



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



**Rapport**

**R63:1986**

# **Teknikbedömning på energiområdet**

**En vägledning från ett  
samhällesekonomiskt perspektiv**

**Roland Andersson**

INSTITUTET FÖR  
BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plac *ser*

*V  
8/12*

**Byggeforskningsrådet**

R63:1986

TEKNIKBEDÖMNING PÅ ENERGIOMRÅDET

En vägledning från ett samhällsekonomiskt  
perspektiv

Roland Andersson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 830082-3  
från Statens råd för Byggnadsforskning till Sinova Orga-  
nisationskonsult, Stockholm

## REFERAT

Rapporten presenterar ett förslag till vägledning vid bedömning av FoU-projekt sett ur ett samhällsekonomiskt perspektiv. Anslag skall enligt denna vägledning ges till de projekt, för vilka det förväntade samhällsekonomiska värdet av positiva effekter är större än den totala projektkostnaden. Rapporten uppmärksammar i synnerhet det faktum att FoU-projekt är ovanligt osäkra satsningar. För de fall det inte ter sig meningsfullt att genomföra några strikta ekonomiska kalkyler föreslås några allmänna riktlinjer för bedömning av ny teknik. En fallstudie av solvärmelagring presenteras dessutom.

I Byggeforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R63:1986

ISBN 91-540-4591-6

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck AB Stockholm 1986

## INNEHÅLL

FÖRORD	5
1. INLEDNING	7
2. RIKTLINJER FÖR SAMHÄLLSEKONOMISK BEDÖMNING AV NY TEKNIK. EN SAMMANFATTNING	11
2.1 Samhällsekonomisk bedömning	11
2.2 Forskningsprojekt - osäkra satsningar	12
2.3 Allmänna riktlinjer för bedömning av ny teknik	15
2.4 Riktlinjer för kalkyler	18
3. SAMHÄLLSMÅL OCH FORSKNING	25
3.1 Samhällsekonomisk effektivitet	25
3.2 Marknadsbrister och forskning	26
3.3 Botmedel	31
3.4 Inbördes beroende	32
3.5 Effektiva offentliga organisationer	35
4. FÖRETAGSEKONOMISK BEDÖMNING	38
4.1 Olika kalkylmetoder	38
4.2 Kalkylränta	40
4.3 Beslutskriterium	42
4.4 Optimal tidsförlängning av ett projekt	43
4.5 Optimal utformning av ett projekt	44
4.6 Optimering vid inbördes beroende projekt	45
4.7 Behandling av osäkerhet	47
4.8 Företagsekonomiska val av FoU-projekt	47
5. SAMHÄLLSEKONOMISKA BEDÖMNINGAR	49
5.1 Utgångspunkter	49
5.2 Skillnader mellan företagsekonomisk och samhällsekonomisk bedömning	50
5.3 Vissa riktlinjer för kalkylering	54
5.4 Val av kalkylränta	55
5.5 Intäktsposter	56
5.6 Vissa kostnadsposter	64
5.7 Kostnader för energiråvaror	65
5.8 Kostnader för el och fjärrvärme	66
5.9 Miljökostnader	68
5.10 Effekter på sårbarhet	69

5.11	Effekter på handelsbalansen	70
5.12	Behandling av skatter	71
5.13	Osäkerhetens behandling	72
6.	FoU-PROJEKT - OSÄKRA INVESTERINGAR	74
6.1	FoU-projektets karakteristika	74
6.2	FoU-insatsernas beroende av förväntad produktionsvolym	77
6.3	Stegvisa beslut om FoU	79
7.	BEDÖMNING AV FoU-PROJEKT	81
7.1	Några allmänna riktlinjer	81
7.2	Värden av FoU-projekt	83
7.3	Värdering av FoU-projekt med hänsyn till utvecklingen utomlands	88
7.4	Värdering under osäkerhet	92
7.5	Att välja en optimal portfölj av FoU-projekt	94
8.	SOLVÄRMELAGRING - ETT KALKYLEXEMPEL	95
8.1	Bakgrund	95
8.2	Huvudkalkyl	97
8.3	Granskning av kalkylen	99
8.4	Optimering av solvärmelagringsystemet	100
8.5	Val av jämförelsealternativ	101
8.6	Enhetliga eller säsongsdifferentierade elpriser?	102
8.7	Marknadspotential, konkurrenter och osäkerhetens behandling	104
8.8	Miljöeffekter och risker för leveransstörningar	107
8.9	Slutsatser	108
	REFERENSER	110

Förord

Under senare år har staten anvisat stora resurser för teknikutveckling inom energiområdet. Inför beslut om resurstilldelning till olika projekt är det angeläget att man kan utgå från väl-etablerade bedömningskriterier. Detta kan i så fall minska riskerna för misstag vid besluten och öka förutsättningarna för en effektiv och rättvis behandling. Det är mot den bakgrunden som Byggforskningsrådet beställt föreliggande vägledning vid teknikbedömning på energiområdet från ett samhällsekonomiskt perspektiv.

*Roland Andersson*  
Roland Andersson

docent i nationalekonomi  
Stockholms universitet





## KAPITEL 1. INLEDNING \*)

En stor del av världens forskning finansieras genom statligt stöd. Detta gäller främst grundforskningen men även utvecklings- och demonstrationsprojekt, fast i mer varierande utsträckning. Ett huvudargument för stödet är att enbart privatfinansierad forskning medför både för lite forskning och att dess resultat utnyttjas för lite.

Under senare år har staten anvisat omfattande resurser för forskning inom energiområdet. Inom givna, relativt vida anslagsramar, har ett antal statliga organ som huvuduppgift att besluta vilka FoU-projekt, som bör stödjas.

Att man genom statliga forskningsråd är beredd att i ökande omfattning stödja forskning medför även ett ökat behov av väl underbyggda och genomarbetade kriterier för val av projekt. Riskerna för felsatsningar blir större än inom områden, där snävare anslagsramar medför hårdare granskning och prioritering.

En hjälp att minska subjektiva inslag i bedömningarna är att kräva att man använder en enhetlig mall för ansökan av forskningsanslag. För rena forskningsprojekt kan det gälla att på en checklista försöka besvara i sammanhanget viktiga frågor. Oftast är det inte meningsfullt att försöka upprätta regelrätta kalkyler, då osäkerheten är för stor. Att göra regelrätta kalkyler blir meningsfullt framför allt då man fått fram någon prototyp, som behöver testas i större skala, t ex genom en experimentanläggning. I dessa sammanhang ökar också projektkostnaderna väsentligt.

Riktlinjer förekommer givetvis redan för val av FoU-projekt av olika slag. Därvid förekommer det också att företagsekonomiska kalkyler upprättas för utvecklingsprojekt och demonstrationsanläggningar. Emellertid

---

\*) I mitt arbete har jag haft stor nytta av mina samtal med enhetschef Torbjörn Boström och forskningssekreterare Egil Öfverholm, BFR. Jag vill också tacka professor Göran Bergendahl, Företagsekonomiska institutionen, Göteborgs universitet, docent Bo Sellstedt, Företagsekonomiska institutionen, Stockholms universitet, samt fil.dr Mats Bohman, Ph.D. Stefan Fölster och fil.dr Hans Wijkander, Nationalekonomiska institutionen, Stockholms universitet, samt M.Sc. Emil Ems, Statens Energiverk, för värdefulla synpunkter. Informationschef Lars Hjelm, Västerås kommun, har gjort en textbearbetning av sammanfattningen.

kan vanligen var och en välja egna bestämda beräkningsförutsättningar för kalkylerna. Ofta sneglar man då på hur alternativa antaganden ska ge kalkylen ett så fördelaktigt resultat som möjligt. Förfaringssättet är förståeligt i den hårda konkurrensen om forskningsanslagen - om tillfället erbjuds. Därför är för närvarande betydligt fler projekt bedömda värda att satsas på vid ansökan än vid redovisningstillfället.

Mot denna bakgrund är det angeläget att både sökande och handläggare har en gemensam vägledning. Den ska gälla för alla och svara på hur man ska bedöma och räkna, vilka poster som ska medräknas och vilka värden som ska användas. Detta bör minska riskerna för misstag vid besluten och öka förutsättningarna för effektivare och rättvisare bedömning.

I denna skrift presenteras ett förslag till vägledning vid bedömning av FoU-projekt sett ur ett samhällsekonomiskt perspektiv. Samhälle är då liktydigt med alla medborgare i landet. Att vägledning är ekonomisk innebär att följande generella beslutsregel gäller: Anslag skall ges till de projekt, för vilka det förväntade samhällsekonomiska värdet av positiva effekter är större än den totala projektkostnaden. Alla FoU-projekt som ges stöd bör i princip uppfylla detta krav. Är tillgängliga forskningsmedel knappa i förhållande till mängden förväntat lönsamma projekt, så skall de väljas som väntas ge den största avkastningen.

Vi avser här de FoU-projekt, som kan minska produktions-, distributions- och användningskostnader - i vid mening. Sådana resultat är i princip möjliga att uppnå för alla produktions- och distributionsmetoder vare sig det gäller elkraft, värmeförsörjning, energisparåtgärder eller drivmedel. Den nya tekniken gäller således allmänt resursbesparande åtgärder netto, räknat i minskade samhällsekonomiska kostnader.

Ny teknik inom energiområdet kan också syfta till bättre försörjningstrygghet i olika led, t ex att ersätta importerade bränslen med inhemska. Användning av olja, kol, uran, ved etc ger förorenande utsläpp. Forskning kan göra olika skadereducerande åtgärder tillgängliga.

FoU-insatser kan också göras för att spara energi inom ett mycket varierande utbud av projekt. Det finns även projekttyper som syftar till

förbättrade styrmedel för stat och kommun för att bedriva energipolitik. Vägledningen avser i princip bedömningar av samtliga projekttyper. Tyngdpunkten ligger dock på bedömning av investeringsobjekt. Vägledningen är framför allt inriktad på utvecklingsprojekt och experimentanläggningar som kan förväntas leda till nya produkter eller metoder eller förbättringar av redan existerande sådana. Grundforskning berörs ej särskilt mycket, till exempel samhällsvetenskapligt inriktad sådan forskning.

Många forskningsproblem, som vi ska behandla, är generella till sin karaktär. Därför är vägledningens användning inte begränsad till energiområdet. Den har giltighet för alla FoU-områden. Den skall kunna användas av kommuner, företag och enskilda hushåll. Emellertid kan dessa dessutom behöva upprätta "privat"ekonomiska kalkyler för att avgöra hur stor del av ett projekts avkastning som kommer att tillfalla dem. Skatter, bidrag och lagregler av olika slag kan för dessa spela en annan roll. Vägledningen syftar dessutom renodlat till att bedöma projektens lönsamhet. Finansieringsaspekter för skilda projekt kommer alltså inte att tas upp.

Vägledningen bygger i väsentliga delar på Andersson, R.-Bohm, P.: Samhällsekonisk utvärdering av energiprojekt, NE 1981:12 och då framför allt på kap 10 "Forskning och utveckling". Efter denna allmänna hänvisning ges inga hänvisningar i detalj till denna bok. Ett annat exempel på en vägledning ges av Hakkarainen (1983).

Vägledningen är disponerad på följande sätt. En sammanfattning av rapporten ges i kapitel 2. Utgångspunkten för forskningen är givetvis vilka samhällsmål som uppfattas som angelägna. I kapitel 3 diskuteras samhällsmål som samhällsekonisk effektivitet och forskning. I den mån det redan förekommer några lönsamhetskalkyler för FoU-projekt är det företagsekoniska kalkyler. Vi ger en kortfattad beskrivning av gängse förekommande företagsekoniska kalkylmetoder i kapitel 4. Men tanken är ju att genomföra samhällsekoniska bedömningar av FoU-projekt. Detta betyder i så fall att sådana bedömningar skall genomföras också för de gängse existerande alternativen till de nya produkter eller metoder som man hoppas på att FoU-projekten skall resultera i. I kapitel 5 ges en relativt utförlig genomgång av hur man genomför sådana bedömningar. Så diskuteras i kapitel 5 det som kanske mest påtagligt skiljer FoU-projekt från andra investeringar,

nämligen att de är ovanligt osäkra. I kapitel 7 presenteras några vägledande riktlinjer för val av FoU-projekt. Slutligen redovisas i kapitel 8 ett kalkylexempel på ett konkret FoU-projekt.

## KAPITEL 2. RIKTLINJER FÖR SAMHÄLLSEKONOMISK BEDÖMNING AV NY TEKNIK EN SAMMANFATTNING

### 2.1 Samhällsekonomiska bedömningar

Målet att hushålla effektivt med samhällets resurser i vid mening utifrån medborgarnas önskemål om olika varor och tjänster är en viktig utgångspunkt för denna vägledning. Detta betyder att samhällsekonomisk effektivitet uppfattas som ett viktigt mål; se Bohm (1977). Dessutom kan statsmakterna fästa avseende vid en rad andra mål, exempelvis inkomstfördelningen mellan olika grupper av hushåll, vilken i så fall också skall beaktas. I den mån sistnämnda mål skall påverka medelstilldelningen till FoU-projekt förutsätter detta att statsmakterna ger specifika riktlinjer om detta.

I effektivitetsmålet innefattas sålunda inte bara sådana hänsyn som ett privatägt, vinststyrt företag tar. Sysselsättningsmål kan exempelvis ha större betydelse för en nation än för privata företag. Detta kan också gälla hänsyn till miljön såväl i bostaden, på arbetsplatsen som i naturen.

Samhällets organisationer skall, så långt det är möjligt, söka beräkna de övervägda alternativens totala resursåtgång. Denna ställs sedan mot de totala intäkterna för samhället. Detta är att genomföra samhällsekonomiska bedömningar; (se Bohm, 1977). Poängen är, att man vill beakta alla väsentliga effekter av ett visst beslut, så långt detta är möjligt. Förfarandet har stora likheter med en företagsekonomisk kostnads/intäktsanalys:

1. alla effekter av intresse för beslutsfattaren måste identifieras och kartläggas
2. de måste kvantifieras i fysiska termer och därefter så långt möjligt är värderas i kronor och ören
3. framtida effekter måste omvandlas till nuvärden med hjälp av en kalkylränta
4. förekommande restriktioner måste beaktas.

Det finns dock väsentliga skillnader mellan en företagsekonomisk kalkyl och en samhällsekonomisk utvärdering. Detta beror på att målen för de båda kalkylerna inte alltid sammanfaller. Effekter som faller utanför företaget räknas inte med i dess kalkyl, såvida inte det offentliga genom olika styrmedel ger särskild anledning därtill. En samhällsekonomisk

utvärdering har däremot som direkt syfte att beakta även sådana väsentliga effekter. Härtill kommer att det också kan vara av intresse att kartlägga, hur dessa effekter fördelar sig på olika grupper av medborgare i en samhällsekonomisk utvärdering.

Ofta kan det vara svårt eller omöjligt att på ett meningsfullt sätt uppskatta vissa effekter i pengar. Det är en mätteknisk begränsning - ambitionen att bearbeta även sådana effekter begränsas inte. Man får kanske nöja sig med att bestämma omfattningen av eller bara identifiera effekterna. Det gör det svårare att fatta beslut, eftersom osäkerheten är så mycket större och antalet dimensioner som måste överblickas fler. Svårigheterna att bedöma finns där, oberoende av vilken metod man väljer att pröva. Metoden för samhällsekonomisk bedömning gör det dock möjligt att minska antalet svårbedömda faktorer i beslutsunderlaget. Därigenom blir besluten mer välgrundade.

## 2.2 FoU-projekt - osäkra satsningar

Resursinsatser i forskning och utveckling kan uppfattas som en form av investeringar i likhet med de som görs för att bygga upp ett kapital av maskiner och byggnader. Det humankapital, som man kan få fram genom FoU, är ny kunskap som kan användas för att ge nya produkter, förbättrad produktkvalitet och nya eller bättre metoder för produktion, distribution etc.

Forskning har dock vissa särdrag jämfört med vanlig investeringsverksamhet. Detta gäller framför allt den speciella osäkerhet som råder inför beslut om forskningsinsatser. Vanligen är utfallet av FoU-projekt mycket osäkert och svårbedömt. Förväntningarna för utfallet kan förändras under loppet av ett projekt, ibland ganska dramatiskt såväl i positiv som negativ riktning. Stora genombrott i forskningen sker ofta plötsligt och oväntat. Ibland kan resultaten ge impulser till helt nya FoU-projekt.

Till ett FoU-projekts viktigare särdrag hör följande:

- det finns en teknisk risk, d v s projektet leder rent tekniskt inte till något användbart resultat

- det finns dessutom en marknadsrisk, nämligen att en tekniskt förbättrad produkt eller metod får en kort ekonomisk livslängd eller ingen kommersiell användning alls
- om ett FoU-projekt lyckas, kvarstår betydande ytterligare investeringar för lansering av innovationen
- lovande möjligheter till en uppföljande forskning kan finnas.

För många FoU-projekt finns en viss odelbarhet. Genomför man inte alla stegen i forskningen, kan man inte heller utnyttja resultaten kommersiellt. Först måste man nå ett genombrott för en innovation för att göra ett val. I den fortsatta forskningen kan man då välja mellan att omedelbart exploatera upptäckten och/eller att fortsätta forska för att nå ett ännu bättre resultat.

FoU-projekt kan ofta indelas i från varandra mer eller mindre urskiljbara steg. Efter varje sådant steg har man ofta fått ökad information om projektets chanser. Man kan därför vid senare steg i projektet vanligen lättare bedöma förutsättningarna för att projektet skall lyckas eller misslyckas, om det drivs vidare. Sålunda kan man under projektets gång lättare ta ställning till en rad frågor än vid starten. Man kan stegvis ställa en rad olika frågor, som t ex följande:

- skall projektet drivas vidare eller läggas ner?
- skall man ändra inriktningen i något avseende?
- skall man öka takten i projektet genom att öka resursinsatsen eller motsatsen?
- är forskarna kompetenta eller behöver kompetensen utökas i något avseende?

Att successivt kunna minska osäkerheten i beslutsunderlaget gör att man kan förorda en stegvis beslutsprocess för FoU-projekt. Sådana projekt bör omprövas vid en rad stationer fram till slutmålet. Detta är dock inte någon ny tanke, tvärtom torde den finnas i större eller mindre grad tillämpas av flertalet forskningsråd.

Under senare tid har organisationer för sektorsforskning uppmanats att i sin anslagsgivning beakta behovet av att trygga en kompetensuppbyggnad i olika forskningsmiljöer samt att bebehålla en kompetens, t ex genom långsiktiga ramanslag.

En sådan målsättning kan synas stå i motsättning till fördelarna med en stegvis beslutsprocess. Emellertid gäller önskemålen om en kompetensupbyggnad framför allt grundforskningsstegen. Dessutom möjliggör ett långsiktigt ramanslag en trygghet för forskarna utan att för den skull möjligheten att styra projektens inriktning inom ramanslaget behöver gå förlorad.

Möjligheten att successivt kunna omvärdera och revidera ett projekt bör givetvis beaktas, redan när man för första gången tar ställning till det. Därefter skall vid varje följande revisionstidpunkt projektet omprövas på så sätt, att om de förväntade nettofördelarna av projektet inte uppfyller en viss given minimiavkastning, skall projektet stoppas. I så fall kan man spara in de återstående resurserna. Om förväntade intäkter från projektet är större än kvarstående kostnader i enlighet med vad minimiavkastningskravet anger, skall givetvis projektet fortsätta.

Resursinsatsen för FoU är att uppfatta som engångskostnader. När man skall avgöra om och hur mycket man skall satsa på ett visst projekt måste man göra sig en föreställning om hur många producerade och försålda enheter, som denna engångskostnad kan komma att fördelas på. Med ökande produktionsvolym sjunker givetvis styckkostnaden för den nya tekniken. Osäkerheten kan dock vara stor. Dels är det svårt att beräkna vad det kostar att producera en viss mängd av produkter. Dels är det svårt att bestämma hur mycket, som kan komma att produceras.

Inför FoU-projekt är det väsentligt att skilja mellan å ena sidan kostnaderna för en demonstrationsanläggning och å andra sidan förväntade framtida kostnader, då den nya tekniken finns tillgänglig för serieproduktion. Om en ny teknik skall ha någon chans att slå igenom, finns det vanligen ett visst gap mellan dessa båda kostnader. Sådana kostnadssamband har stor betydelse för hur stora insatser för FoU, som kan motiveras inom ett visst område. Som en enkel tumregel gäller, att ju större volym av producerade enheter som kan säljas, desto större FoU-insatser kan motiveras. Dessutom gäller att ju lägre andel av totalkostnaderna för produkten som engångskostnaden utgör, desto större kan FoU-insatsen vara.



Det finns ingen anledning att satsa på att få fram en aldrig så fulländad teknik, om det inte finns några förutsättningar för att den av egen kraft framgent skall kunna konkurrera på någon marknad. Men alternativa energikällor eller metoder, som får FoU-stöd, kan i dagsläget inte stå på egna ben. Kunde de det, fanns det inte någon anledning till statligt stöd. Huvudfrågorna är därför, när de kan förväntas bli lönsamma, hur lönsamma och på vilka områden. Eftersom såväl den tekniska utvecklingen som energiprisutvecklingen är osäkra, blir även tidpunkten för en framtida lansering en osäker fråga. Är det troligt att ett kommersiellt genombrott kan förväntas inom en relativt nära förestående tidpunkt, bör intresset öka för omfattande satsningar på sådana projekt i dagsläget. Bedöms däremot sådana nära förestående genombrott som mindre sannolika - inte av de i projektet verkliga utan av oberoende experter - då bör man kanske vänta med mera omfattande satsningar, t ex i demonstrationsanläggningar.

### 2.3 Allmänna riktlinjer för bedömning av ny teknik

För rena forskningsprojekt gäller en stor osäkerhet. Formella bedömningar i strikta kalkyler är därför inte meningsfulla. Det är dock meningsfullt att ur samhällsekonomiskt perspektiv få svar på en rad konkreta frågor om FoU-projekt. Det förslag till allmänna riktlinjer, som presenteras nedan är koncentrerat till samhällsekonomiska aspekter. Sålunda berörs inte frågor som har att göra med den rent tekniska värdering, som dessutom alltid måste göras och som bl a innefattar krav på att forskarna skall ha tillräcklig kompetens för att genomföra ett projekt.

- Finns det några svenska projekt som behandlar samma problem på exakt samma sätt och således risk för inhemsk dubbelforskning?
- Försiggår motsvarande forskning utomlands, så att man kan förväntas erhålla FoU-resultat gratis eller till lägre kostnad enbart genom att invänta resultaten?
- Har Sverige ett försprång, tekniskt, råvarumässigt, marknadsmässigt, eller på annat sätt som motiverar ett statligt stöd till ett projekt även om liknande projekt pågår utomlands?

- Är det möjligt att åstadkomma fördelar för det svenska samhället genom någon form av internationellt forskningssamarbete på området?
- Kan förväntat FoU-resultat leda till en försäljning på världsmarknaden? Vilket pris, vilken försäljningsvolym på världsmarknaden och vilken ekonomisk livslängd kan man räkna med (intervall)?\*)
- Går det att uppskatta chansen för att projektet tekniskt skall lyckas?
- Vilka är de förväntade samhällsekonomiska FoU-kostnaderna (d v s med eventuella korrigeringar av företagsekonomiskt beräknade kapital-kostnader, arbetskraftskostnader etc)?
- Hur lång tid kan det förväntas ta innan FoU-resultat föreligger och kan utnyttjas?
- Vilka följdinvesteringar i marknadsförings-, produktions-, distributions- och användningsleden kan förväntas? Vilka kostnader i dessa led kan förväntas vid olika volymer?

De svenska FoU-insatserna på energiområdet är i första hand riktade mot hemmamarknaden. En tryggad svensk energiförsörjning är ett delmål som haft en hög angelägenhetsgrad. Många nu förekommande FoU-projekt kan sorteras in under detta delmål.

Egna FoU-resultat kan också vara användbara som bytesobjekt för att få tillgång till andra länders forskningsresultat. Sverige kan dessutom vinna fördelar genom att delta i olika former av internationellt forskningssamarbete. Men om ett FoU-resultat syftar till att bli sålt på världsmarknaden, är det väsentligt att bedöma om någon utländsk konkurrent kan hinna före med en exploatering av marknaden. Möjligheter att uppnå ett patentskydd har ofta avgörande betydelse, om man syftar till en etablering på världsmarknaden. Sådana möjligheter med en ny produkt eller metod kan motivera mångdubbelt större resursinsatser än för andra projekt.

---

\*) Enligt regeringens rådande föreskrifter skall BFR i sin anslagsgivning endast beakta att FoU-projekt kan leda till resultat som kan avsättas inom landet. Denna begränsning synes högst märklig. Rådet bör därför snarast begära att få positivt bedöma projekt vars resultat lika väl kan avsättas utomlands och därigenom ge exportintäkter åt landet.

En ytterligare rekommendation är att man bör fortsätta med och eventuellt bygga ut tekniken att använda en stegvis beslutsprocess vid resurstilldelningen till FoU-projekt. Det bör kanske omedelbart tilläggas att en sådan beslutsprocess redan är vanligt förekommande. Innebörden av detta är att FoU-projekt bör utvärderas både i ett inledande skede och därefter vid ett antal föreskrivna tidpunkter. Vid varje revideringstidpunkt, inklusive starttidpunkten, bör man besluta om projektet skall fortsätta eller stoppas med hänsyn till den information som finns tillgänglig vid resp tidpunkt. Det blir då lättare att våga satsa på mer "rena" forskningsprojekt med en stor spridning i förväntat resultat vid en sådan beslutsprocess, än om man var tvungen att binda upp sig "to the bitter end". Av betydelse blir också i vilken takt man förväntar sig att osäkerheten reduceras genom forskningen. Å andra sidan måste man också i motsvarande grad vara beredd på att avbryta fler projekt; se Andersson & Samartin (1985).

De statliga forskningsråden skall inte "endast" välja enskilda FoU-projekt, som är oberoende av varandra. Ramanslagen är ofta "öron"-märkta så att regeringen genom regleringsbrev förutsätter att en viss summa FoU-medel skall användas för t ex forskning om värmepumpar. Det är då angeläget att tillse att inbördes kompletterande projekt bakas ihop till en optimal projektportfölj, och att det sker en samhälls-ekonomiskt välgrundad avvägning mellan forsknings- och utvecklingsprojekt. Detta kan t ex betyda att ett forskningsråd behöver ta initiativ till nya projekt som kan komplettera en del av de projekt som skall påbörjas. Det kan också behövas en samordning mellan olika pågående, oberoende projekt. Till skillnad från privata företag behöver de statliga forskningsorganen inte alltid beakta spridningen i utfallen av FoU-resultatet. Ofta ser man endast till förväntat värde. Vid val av en projektportfölj skulle det i så fall räcka med att maximera det förväntade värdet för hela portföljen. Detta gäller dock endast, om man har tillräckligt stort antal av varandra oberoende projekt och utsatta grupper de facto kompenseras för riskerna (Arrow-Lind teoremet; se 1970). I annat fall måste även spridningen beaktas.

Är osäkerheten stor om det går att nå ett tekniskt genombrott på något område, kan en rimlig forskningsstrategi vara att satsa på flera oberoende projekt. Ofta är den inledande forskningen inte så kostnadskrävande; det är först då prototyper skall utvecklas eller experimentanläggningar byggas, som dyra insatser erfordras.

Om man emellertid anser sig ha nått ett tekniskt genombrott i ett FoU-projekt, finns det anledning att överväga omfördelning av resurser. Man bör kanske till projektet överföra anslag, som avdelats till forskning efter alternativa ansatser. Ökade resurser kan därigenom snabbare omsätta nya FoU-resultat i praktisk användning. Storleken av FoU-kostnaderna för de alternativa ansatserna bör självfallet påverka ett ställnings-tagande. Projekt vad gäller alternativa metoder, som endast kräver mycket begränsade resursinsatser, kan dock fortfarande vara motiverade, om utsikterna är goda.

En viktig kvarstående fråga är, hur man skall uppnå en effektiv användning av uppnådda FoU-resultat. Detta innebär bl a att man ger spridning åt kunskapen om de nya rönen. Ett problem i detta sammanhang är att innovatören gör anspråk på en privatekonomisk vinst. Nedan skall kortfattat redogöras för hur man valt att lösa en del av dessa frågor vid Styrelsen för Teknisk utveckling (STU).

Vid stöd av projekt till företag bidrar STU sällan med mer än 50 % av beräknade utvecklingskostnader. För utvecklingsprojekt i mindre företag och uppfinningsprojekt gäller en villkorlig återbetalningsskyldighet. Detta innebär, att om projektet medför intäkter och/eller leder till kostnadsbesparingar i egen produktion, skall forskningsmedel från STU återbetalas med ränta (diskonto + 3,75 %). Större företag blir återbetalningsskyldiga, då de förväntade tekniska resultaten uppnåtts, även om projektet inte medfört några intäkter. Även om förväntat tekniskt resultat inte uppnåtts helt, men företaget ändå erhållit intäkter eller kostnadsbesparingar på FoU-resultaten gäller återbetalningsskyldighet efter samma regler, som för småföretag. Om således sk "spin off"-intäkter uppstår, inträder återbetalningsskyldighet. I STUs avtal med forskarna ingår att STU förbehåller sig rätten till en viss procentuell andel av försäljningsintäkter som baseras på patent. Vid licensintäkter tas på motsvarande sätt ut en viss andel.

#### 2.4 Riktlinjer vid kalkyler

I föregående avsnitt presenterades en rad frågor, som ett forskningsråd bör kräva svar på, innan en ansökan tillstyrkes. För vissa utvecklingsprojekt men särskilt för demonstrations- och experimentanläggningar är det dessutom möjligt och lämpligt att kräva en precisering av svaren i form av en mera genomarbetad lönsamhetsbedömning.

I detta avsnitt skall presenteras några riktlinjer för en sådan bedömning utifrån ett samhällsekonomiskt perspektiv. Denna vägledning avser inte endast FoU-projekt utan även nu förekommande och tillgängliga, alternativa produkter och metoder. Det är nämligen väsentligt att kunna göra en bedömning också för redan tillgängliga alternativ med vilka de förväntade nya produkterna eller metoderna skall jämföras.

Att genomföra en fullfjädrad samhällsekonomisk bedömning av ett projekt kräver en kompetens och erfarenhet som det tar tid och möda att förvärva. Det finns många fallgropar och det är lätt att göra fel. Det är därför orimligt att begära att forskningssekreterare eller sökande skall kunna genomföra sådana fullständiga bedömningar bara efter att ha läst igenom en vägledning som presenteras i denna rapport. Man bör istället tillägna sig det synsätt på FoU-projektet som ligger bakom riktlinjerna, så att man kan identifiera vilka poster som är av relevans för bedömningen av FoU-projekt.

De kalkyler som de sökande genomför kanske även i fortsättningen är framför allt företagsekonomiska. Men val av värden för oljepriser, kalkylränta etc bör vara enhetliga så att forskningssekreterarna utan svårigheter kan göra jämförelser mellan olika projekt. Man bör klart ange vilka faktorer i projektet som är osäkra; det är ju trots allt osäkerheten som är ett FoU-projekts väsentliga egenskap. Svårsmätbara eller svårvärderliga poster bör man överlåta åt experter att försöka ta hand om - i den mån de kan göra något ytterligare. Det bästa sättet att lära sig göra samhällsekonomiska bedömningar är dock att studera redan utförda sådana. Därför redovisas ett sådant exempel i kapitel 8.

### Riktlinjer

Vissa av de riktlinjer som presenteras nedan ter sig som ganska självklara. De presenteras dock i fullständighetens namn. Andra åter kan vara relativt komplicerade att följa. I dessa fall är det tillrådligt att hellre ta kontakt med en expert än att på egen hand söka utföra vad som kan uppfattas som amatörmässiga korrigeringar.

### Vissa allmänna riktlinjer

1. Beslutskriteriet är att förväntade intäkter i vid mening skall överstiga kostnaderna. Då det finns många lönsamma projekt och begränsade forskningsmedel väljes de projekt som maximerar den förväntade nettavkastningen av forskningsmedel.

2. För att jämföra intäkter och kostnader kan man precis som i företagsekonomisk kalkylering använda nuvärdesmetoden. För att tillstyrkas måste sålunda nuvärdet av ett projekts förväntade intäkter överstiga nuvärdet av dess kostnader. Ibland kan en variant av denna metod, annuitetsmetoden, användas som ett alternativ eller ett komplement. Såväl intäkter som kostnader skall dock vara definerade utifrån begreppet samhällsekonomisk alternativkostnad, d v s resursinsatser i ett vidare perspektiv. (Se kapitel 4).
3. En experimentanläggning skall förläggas till den tid och den plats som maximerar dess nuvärde. Det räcker t ex inte med att påvisa att ett projekt uppfyller minimiavkastningskravet vid en viss given tidpunkt, t ex i dagsläget. Om man vid en senare tidpunkt får en högre lönsamhet, allt annat lika, skall projektet senareläggas. Detta betyder givetvis inte, att man behöver senarelägga sådan del an forskningen inom området som inte förutsätter experimentanläggningen.
4. Det aktuella FoU-projektet skall jämföras med bästa tillgängliga alternativ. Av det skälet måste man vanligen göra en jämförelse mellan flera olika alternativ. Forskningsrådet bör sålunda inte tillåta det ganska vanligt förekommande förfarandet att den sökande jämför sitt projekt med ett alternativ som garanterat är sämre.
5. Forskningsrådet bör kräva att den sökande väljer värden beträffande energiprisutveckling, kalkylränta etc som är accepterade av oberoende auktoritativa organ (t ex statens energiverk), så att inte värden väljes vilka otillbörligt gynnar projektet.
6. Ibland är det inte meningsfullt att söka värdera eller ens kvantifiera vissa effekter. I så fall får dessa poster redovisas separat samtidigt med dem som kan värderas och därefter vägas samman.
7. Om starkt inbördes beroende förekommer mellan två projekt så att produkterna inom resp projekt utgör nära ersättning för varandra, bör man jämsides utföra samhällsekonomiska utvärderingar av resp projekt och välja det som ger högsta samhällsekonomiska nettovärde.

8. Om starkt inbördes beroende förekommer mellan två projekt så att produkterna inom resp projekt utgör när komplement till varandra, bör sådana sammanföras till "paket" av projekt. Sådana "paket" av projekt jämförs sedan med alternativa projektkombinationer (Detta kan ställa krav på såväl koordination som timing av olika FoU-projekt).

#### Generella värderingsproblem

1. Beräkningarna bör konsekvent genomföras i ett visst års penningvärde, en s k real kalkyl.
2. Kalkylräntan skall därför också vara given i reala termer. Som huvudfall föreslås beräkningar efter 6 procents real kalkylränta.
3. Förväntade valutakurser föreslås bli använda. I många fall kan rådande valutakurser användas som en god approximation för förväntade kurser.
4. Eventuella effekter på betalningsbalansen skall vanligen inte beaktas, vare sig på intäkts- eller kostnadssidan, vid en samhällsekonomisk bedömning av FoU-projekt (Se avsnitt 5.10).
5. Skatter på intäkter av en vara ger uttryck för en del av betalningsviljan och bör därför normalt inkluderas som en intäktspost.  
Moms, arbetsgivaravgifter samt direkta skatter (d v s på löner) inkluderas i normalfallet på kostnadssidan i en samhällsekonomisk kalkyl.
6. Om valet av ett uppvärmningsalternativ som saknar moms men istället påförs en energiskatt, t ex oljeeldning, leder till lägre skatteintäkter för staten än ett övervägt alternativ, t ex solvärme, utgör detta en kostnad för oljeeldningsprojektet i en samhällsekonomisk kalkyl som inte kommer med i en företagsekonomisk kalkyl.

#### Beräkning av samhällsekonomiska intäkter

1. Intäktsposter skall värderas vid den tidpunkt då varan eller tjänsten säljs, inte när den produceras.
2. De samhällsekonomiska intäkterna bestäms av användarnas betalningsvilja om det gäller nettotillskott. Denna är olika under olika tid-

punkter beroende på att såväl efterfrågan som utbud varierar; det är därför värdena för olika perioder bör vägas med producerad eller distribuerad mängd. Att använda genomsnittspriser ger ett missvisande resultat (Se avsnitt 5.5).

3. Om det "endast" gäller ersättande produktion eller distribution, blir intäkten lika med de samhällsekonomiska kostnader som annars skulle ha uppkommit, d v s olika rörliga kostnader som kan inbesparas genom att projektet genomförs.
4. Ersättning av råvaror som importeras värderas i enlighet med förväntade världsmarknadspriser (plus ett värdetillegg för reducerad sårbarhet; se nedan).
5. Vid värdering av en så stor odelbar kapacitetsförändring att priserna kommer att påverkas, räcker det inte att använda ett fast värde per enhet. I så fall kan ett medelvärde mellan utgångspris och slutpris vara en bättre uppskattning än något av de ovannämnda priserna. (Ett aktuellt exempel på en sådan odelbar kapacitetsförändring utgör Oskarshamn III.)

#### Samhällsekonomisk värdering av kostnadsposter

1. Kostnader för arbetskraft skall tas upp till faktiskt utbetalade belopp utom i situationer då en påtaglig arbetslöshet råder. I huvudfallet ger löneutbetalningarna inklusive lönebikostnader uttryck för arbetskraftens värde i alternativ användning.
2. För projekt som avser förläggning till en region med en väntad långvarig strukturell arbetslöshet utgör de avtalsenliga lönerna en över-skattning av samhällets kostnad för den annars icke sysselsatta arbetskraften. Man får då beräkna ett lägre värde för arbetskraften i varje särskilt fall. Arbetskraftskostnaderna kan behöva korrigeras framför allt i ett anläggningsskede men ibland också under den därpå följande driftsperioden. Man skall därvid beakta såväl direkta som indirekta sysselsättningseffekter i underleverantörsled och servicenäringar. De faktiska beräkningarna måste göras med anpassningar till varje projekts faktiska och starkt varierande förutsättningar.

Att ansätta kostnaderna för arbetskraften under avtalsenlig lön kan vara av stor betydelse under ett investeringskede. Det är dock rimligt endast



för en kortare period, nämligen till dess att de arbetslösa fått arbete annorstädes eller på orten (utom i vissa undantagsfall med förväntad långvarig arbetslöshet). Sådana korrigeringar av kostnader för arbetskraft kan få stor betydelse för vissa utvecklings- och demonstrationsprojekt som förläggs till orter med utpräglad strukturell arbetslöshet (Se avsnitt 5.7).

3. Kapitalkostnaderna beräknas i form av ett nuvärde (eller en annuitet) givet konstruktionsperiodens längd, investeringsutgifternas storlek, valet av kalkylränta samt investeringarnas förväntade ekonomiska livslängd. Inköpskostnader för inhemskt producerade insatsvaror skall korrigeras i de fall där en monopolistisk prissättning förekommer. (Dessa kostnader bör också korrigeras för eventuella punktskatter i de fall dessa ej är samhällsekonomiskt motiverade. Markätgången skall värderas till sitt marknadsvärde i bästa alternativa framtida användningen.
4. Kostnader för energiråvaror som olja, kol och uran skall beräknas utifrån den förväntade prisutvecklingen på världsmarknaden (ej enbart den nuvarande prisnivån). För vedråvara gäller också att förväntad prisutveckling på marknaden skall ligga till grund för kostnadsuppskattningarna.
5. För kostnadsposter för vilka enhetsvärden påverkas av stora, odelbara projekt gäller att varken utgångspris eller slutpris kan användas för en korrekt värdering. Ett pris inom detta intervall ger ett bättre mått på värdet av de i anspråk tagna resurser (Jfr punkt 5 under intäktsposten).
6. För projekt som kan förväntas leda till negativa miljöeffekter skall kostnader för motåtgärder i den mån de vidtas beräknas. I annat fall måste man gå tillväga på något av nedan angivna sätt. Om effekterna avser bortfall av produktionsvärden, beräknas marknadsvärden för dessa. För övriga välfärdskostnader görs försök att uppskatta de drabbade individernas betalningsvilja för att slippa skadorna. För de effekter, som man inte kan skatta ett värde, blir man hänvisad till en redovisning i fysiska termer, exempelvis i form av antal skadefall av ett visst slag. (Se avsnitt 5.8)

7. Enskilda hushåll och företag har oftast inte en tillräcklig information om de leveransrisker som en import av olja, kol och andra energiråvaror innebär. Detta betyder i så fall att risktagandet för t ex oljebaserade energiförsörjningsalternativ blir ett annat än för inhemska. Därför är det befogat att påföra alternativ med sådana leveransrisker - särskilda riskavgifter. De kan vara större eller mindre än de nuvarande beredskapsavgifterna (f n 200 kr/m<sup>3</sup> för olja). Att samtidigt påföra en pluspost för inhemska försörjningsalternativ innebär emellertid en dubbelräkning. (Se avsnitt 5.9)

#### Bedömning av osäkerhet

Känslighetsanalys är ett sätt att ta hänsyn till osäkerhet i värderingsförsöken vad gäller poster för vilka framtida marknadspriser ger god vägledning även vid samhällsekonomiska bedömningar, t ex väntade världsmarknadspriser. Variationsområdet för viktigare osäkra poster fastställs och projektvärdets känslighet för variationer inom denna ram prövas. Exempelvis kan man variera kalkylräntan till 4 % och 8 % om 6 % används i huvudkalkylen. När flera osäkra poster förekommer och de i huvudsak är oberoende av varandra, kan värderingen ibland ändå göras med hjälp av ett förväntat värde för varje post. Avvikelseffekten på projektets nettovärde tenderar att neutralisera varandra. Av intresse är också att beräkna brytpunktspriser för viktigare poster, d v s de priser vid vilka alternativa projekt får samma nettovärde.

I de fall, där man skall ta hänsyn till en samhällelig riskaversion, behöver man även ta fram en uppskattning av osäkerhetens spridning för att kunna uppskatta de riskpremier, som skall adderas till de olika posterna. Om det visar sig omöjligt att få fram trovärdiga, förväntade värden och/eller spridningar för viktiga poster, bör man även här laborera med känslighetsanalyser för betydande poster.

I särskilt svåra fall kan osäkerheten vara omöjlig att översätta i siffror. Då blir den återstående utvägen att särredovisa de poster om vilkas värde stor osäkerhet råder. (Se avsnitt 5.12)

### KAPITEL 3. SAMHÄLLSMÅL OCH FORSKNING

För att kunna beräkna de samhällsekonomiska intäkterna av olika FoU-projekt måste man först klargöra vilka mål som samhället har och i vilken grad olika projekt kan tänkas bidra till att uppfylla dessa mål. Det är heller inte på förhand självklart givet i vilken utsträckning som staten skall gå in och finansiera olika FoU-projekt för att uppfylla dessa mål. Avsikten med detta kapitel är att relatera forskningen till samhällets olika mål, framför allt då målet samhällsekonomisk effektivitet. Vi kommer att diskutera vilka olika s k marknadsbrister som kan motivera statliga insatser för forskningen. Vi diskuterar kortfattat olika bote-medel och tar i det sammanhanget upp behovet av att genomföra samhälls-ekonomiska bedömningar. Vikten av att beakta starkt inbördes beroende mellan olika projekt understryks. Avslutningsvis diskuteras vikten av att få till stånd effektiva offentliga organisationer.

#### 3.1 Samhällsekonomisk effektivitet och andra mål

En utgångspunkt för denna vägledning är att ett övergripande mål är samhällsekonomisk effektivitet. Därmed avses att man vill hushålla med samhällets resurser i vid mening med utgångspunkt från medborgarnas önskemål, uttryckta som deras betalningsvilja för olika varor och tjänster; se Bohm (1977). En beslutsfattare kan dessutom fästa avseende vid en rad andra mål, t ex en viss tillväxt, hänsyn till framtida generationers välfärd och miljö etc.

I effektivitetsmålet inbegripes inte bara sådana hänsyn som ett privatägt, vinststyrt företag har att ta (och bör ta i enlighet med de givna förutsättningarna). Exempelvis kan sysselsättningsmål ha en större betydelse för en nation eller för kommuner än för privata företag. Detta gäller också hänsyn till miljön såväl i bostaden, på arbetsplatsen, som i naturen.

Detta betyder också att de grundläggande målen för energipolitiska åtgärder antas vara desamma som för all annan ekonomisk politik. Effektivitetsmålet innebär bl a att besparingar av energiresurser inte kan uppfattas som ett övergripande samhällsmål. Snarare bör energi uppfattas som en knapp resurs bland andra, som man nu fått större anledning att hushålla med än tidigare p g a bl a höjda oljepriser. Emellertid skall åtgärder för att åstadkomma energibesparingar inte drivas längre än att deras samhällsekonomiska värde överstiger eller är lika med kostnaden för energibesparingarna. Optimeringen bör dock ske med hänsyn till dels existensen av långa ledder såväl på tillförsel- som sparandesidan, dels att investeringarna är mycket varaktiga.

För att uppnå effektivitetsmålet är det ofta förenat med betydande fördelar att låta hushåll och företag besluta om konsumtion resp produktion på decentraliserad basis. Ett viktigt motiv för en sådan beslutsprocess är insikten att individerna själva, med vissa undantag, bäst känner sina egna önskemål beträffande olika varor och tjänster. Under vissa förutsättningar leder då vars och ens beslut utan ingrepp från stat och kommuner till en effektiv användning av samhällets knappa resurser. När väsentliga undantag från dessa förutsättningar, s k marknadsbrister, kan konstateras, kan man dock inte längre utgå från att detta effektivitetsmål uppnås enbart genom hushållens och företagens ageranden på marknaden. I nästa avsnitt skall vi ge exempel på några väsentliga marknadsbrister, i synnerhet då på FoU-området.

### 3.2 Marknadsbrister och forskning

Marknadsbrister innebär att det finns en rad teoretiskt välgrundade skäl för offentliga organ att ingripa med interventioner i marknads-ekonomin i olika sammanhang. Exempel på sådan förhållanden är kollektiva nyttigheter, monopol, osäkerhet och risk, externa effekter, odelbarheter och stordriftsfördelar. Avsikten är att i detta avsnitt ge några konkreta exempel på sådana, företrädesvis då med anknytning till forskningsfrågor inom energiområdet. Vi skall därvid först uppmärksamma de marknadsbrister som kan leda till en ineffektiv användning av FoU-resultat samt egenskaper i forskningsprocessen som kan leda till en ineffektiv tilldelning av resurser till FoU-projekt. Därefter skall vi diskutera ett behov av FoU mot bakgrund av förekommande marknadsbrister på energimarknaderna.

#### 3.2.1. Användning av FoU-resultat och resurstilldelning till forskning

En ny energiteknologi som tas fram genom forsknings- och utvecklingsinsatser har en egenskap gemensam med all annan kunskap: den förbrukas inte genom att användas. Den är därför ett exempel på s k kollektiva nyttigheter. Forskningsresultat om energi borde därför kanske liksom all annan kunskap ställas gratis till förfogande för att samhällsekonomisk effektivitet skall uppnås; se Arrow (1962) och Arvidsson (1969). Detta skulle innebära, att forskningen fick finansieras på annat sätt än genom betalning för användningen av forskningsresultat såsom genom statlig finansiering. Men om alla forskningsresultat - på energiområdet såväl som på andra

områden - gjordes gratis tillgängliga skulle icitamenten till forskning och utveckling i privata företag försvinna eller i varje fall starkt försvagas. Marknadsekonomin kan inte av sig själv på ett samhällsekonomiskt effektivt sätt lösa denna konflikt mellan å ena sidan incitament för att använda forskningsresultat och å den andra incitament för att tilldela resurser för forskning och utveckling. Möjligheterna att göra privat egendom av hela det värde som ett forskningsresultat representerar för samhället är begränsande. Genom patentlagstiftningen ger samhället visst skydd åt uppfinnare, vanligen tidsbegränsat till 17 år. Detta skydd kan i vissa fall ge innovatören en monopolställning. Oftast är det dock ej möjligt att hindra andra företag från att åtminstone delvis utnyttja FoU-resultat. Det uppstår med andra ord ett visst "läckage" av det värde som ett FoU-resultat företagsekonomiskt sett representerar. I vissa fall finns det möjligheter att hemlighålla ett FoU-resultat och därigenom bevara ett tidsmässigt försprång på marknaden. Det föreligger således en del hinder för kopierande företag att utnyttja en uppfinnarens resultat. Patentskyddets brister för uppfinnaren att exploatera ett visst FoU-resultat minskar givetvis incitamenten för ett företag att satsa på forskning i motsvarande grad. Privata företag har därför av flera skäl otillräckliga incitament för att bedriva forskning i en samhällsekonomiskt effektiv omfattning. I en renodlad marknadsekonomi tenderar därför forskning att ske i en omfattning som ligger under den samhällsekonomiskt effektiva nivån.

Det har också observerats att det i en marknadsekonomi kan avdelas ansevärd forskning resurser inom enskilda företag för att söka kopiera existerande innovationer. I många fall kan det innebära ett slöseri med resurser, en "överforskning"; se Arvidsson (1969). Det kan sålunda samtidigt avdelas alltför lite resurser åt att få fram verkligt ny FoU-resultat och alltför mycket för att kopiera redan existerande resultat.

En precisering av hur forskningsresultat skall värderas kommer att ges i kapitel 7. I detta sammanhang bör dock erinras om, att nästan all forskning bygger på resultaten av tidigare forskning. Forskningsresultat är således inte endast "output" utan också "input" för fortsatt forskning. Som exempel från energiområdet kan påminnas om att kärnkraftsforskningen ursprungligen hade enbart militära syften.

Investeringar i forskning är vanligen mera osäkra och riskfyllda än investeringar i t ex produktionen. Ett privat, forskande företag har inte samma möjligheter till riskspridning som samhället, representerat av staten, kan ha. Vid riskaversion kommer privata företag därför att satsa på riskabla forskningsprojekt i mindre omfattning än vad som är samhällsekonomiskt effektivt. Det finns därför ytterligare risker för en underforskning vid en enbart privatfinansierad forskning på energiområdet.

### 3.2.2. Marknadsbrister på energiområdet

Ovan har diskuterats marknadsbrister som kan leda till en ineffektiv användning av FoU-resultat samt egenskaper i forskningsprocessen som kan leda till en ineffektiv tilldelning av resurser till FoU-projekt. Avsikten är att nu övergå till att diskutera ett behov av FoU mot bakgrund av marknadsbrister på energimarknaderna.

Användningen av vissa energislag medför skadeverkningar på miljön och risker för människors hälsa, s k negativa externa effekter. Detta gäller exempelvis oljeutsläpp vid grundstötningar och haverier med tankfartyg, luftförorenande utsläpp av svaveldioxid, koldioxid, tungmetaller från raffinaderier, oljekraftverk eller fjärrvärmeverk och vid utsläpp från individuell oljeeldning. Bilismens bensinförbrukning medför också luftföroreningar såsom koloxid och bly. Luftföroreningarna kan medföra skadeverkningar i form av försurning i mark och vatten, ökad korrosion samt risker för människors hälsa. Förbränning av kol anses av en del bedömare ge upphov till ännu allvarligare biverkningar än oljeförbränning dels genom urlakning av cancerogena tungmetaller från ask- och slagghögar, dels genom luftutsläpp av stora mängder hälso- och miljöfarliga ämnen såsom kvicksilver och kadmium. Inte ens ved- och torveldning är helt ofarlig, eftersom den medför emission av stora mängder cancerogena ämnen. Forskningsprojekt kan därför syfta till att reducera dessa för miljö och hälsa skadliga effekter.

Osäkerhet föreligger vad gäller de framtida energipriserna, t ex på olja, kol och uran samt möjligheterna till säkra leveranser av sådana energiråvaror i framtiden. Det finns risker för att plötsliga och dramatiska tillförselavbrott skall kunna inträffa. Tillräcklig information

om sådana risker kanske inte föreligger för enskilda hushåll och företag. Det kan då finnas en grund för att genom kollektiva åtgärder försöka gardera samhället mot allvarliga konsekvenser av denna osäkerhet. Exempelvis kan forskningsprojekt syfta till att förbättra försörjningstryggheten i olika led. Detta kan t ex gälla FoU-projekt som syftar till att ersätta importerade bränslen med inhemska, eller att göra även en inhemskt baserad energiförsörjning mera säker.

En annan sorts osäkerhet förorsakas av bristande förutsättningar för enskilda företag och fastighetsägare att överblicka vilka tekniska alternativ som står till buds. Detta kan medföra ett de binder upp sig för vad som med annorstädes tillgänglig information framstår som en felaktig investeringsinriktning. Komplicerande fenomen är här många investeringars varaktighet och icke omvändbarhet. När väl produktionsresurser bundits i anläggningar - det må vara vattenkraftverk, fjärrvärmeverk, gasledning eller industrier som stålverk och pappersmasseanläggningar - är det i praktiken omöjligt att överföra dessa till annan användning eller lokalisering. Detta betyder, att alternativutnyttjandevärdet för de resurser som bundits i anläggningarna är utomordentligt lågt. Vad gäller vattenkraftverk är nästan alla kostnader fasta. Dessa problem accentueras inom elproduktionen av att elkraft i praktiken inte är en lagringsbar vara; den måste - ekonomiskt sett - konsumeras i samma ögonblick som den produceras. Problemet är att det kan visa sig att man antingen byggt ut för litet eller för mycket i förhållande till den efterfrågan som realiseras. Om man byggt för litet, dröjer det innan man byggt ikapp efterfrågan med ty åtföljande extra kostnader och välfärdsförluster. Om man däremot byggt för mycket är det ännu värre: de nedlagda resurserna kan inte nyttiggöras i väntad utsträckning. Man står då inför ett överdimensionerat el- eller uppvärmningssystem för "alltid", såvida inte efterfrågan växer över tiden. Därför måste eventuella kostnadsfördelar med sådana alternativ vägas mot merkostnader i form av minskad handlingsfrihet som de kan innebära i jämförelse med mer flexibla alternativ. Här kan en forskning om olika kapacitetsval i anknypning till konkreta fall vara motiverad.

Vid värmeproduktion förekommer det vidare påtagliga stordriftsfördelar. Emellertid ökar kostnaderna för fjärrvärmedistribution med avståndet mellan panna och konsument p g a investeringskostnader i kulvertar samt

värmeförluster vid distribution. Därför är inte endast en tätorts totala efterfrågan på värme avgörande för om fjärrvärme skall väljas utan också dess bebyggelsestruktur.

Då odelbarheter och stordriftsfördelar förekommer är det osannolikt att marknadskrafterna av sig själva leder till samhällsekonomiskt effektiva investeringar. Korrigerande åtgärder kan också vara påkallade för att åstadkomma ett effektivt utnyttjande av gjorda investeringar vid förekomst av odelbarheter t ex sådana som givit upphov till monopolbeteende. En samhällsekonomiskt ineffektiv prissättning kan annars uppkomma, vilket medför att anläggningarna, t ex ett fjärrvärmesystem, inte utnyttjas i den omfattning som är samhällsekonomiskt lönsam. Existerande anläggningar representerar odelbarheter: vid en eventuell nedläggning får man ofta välja att lägga ner allt eller intet. Men inte heller sådana energianläggningar som skall byggas, t ex vattenkraftverk och stamlinjenät, kan betraktas som fullständigt delbara och göras hur små som helst. Ofta förekommer vad man kan kalla ekonomiskt betingade minimistorlekar, en konsekvens av att den genomsnittliga produktionskostnaden i sådana fall sjunker vid ökad kapacitet. Det kan observeras att om efterfrågan är liten i förhållande till denna minimistorlek kan endast ett företag förekomma i branschen, dvs monopol uppstår. Även här kan en forskning om kapacitetsval motiveras.

För att vissa forskningsprojekt skall kunna leda till resultat krävs också vissa minimiinsatser. Det kan också finnas stordriftsfördelar i att sammanföra ett antal forskningsprojekt till en enhet. Genom en sådan samordning ges bl a möjligheter att bättre utnyttja vissa odelbara produktionsfaktorer.

### 3.2.3. Behov av statligt stödd forskning

Låt oss sammanfatta den diskussion som förts ovan om marknadsbrister och forskning. För att utnyttja forskningsresultat på ett samhällsekonomiskt effektivt sätt bör man söka tillse att de står gratis till allas förfogande. Men om alla forskningsresultat blev fritt tillgängliga, skulle incitamenten till privata investeringar i forskning försvinna. Genom patentlagstiftning motverkas denna tendens på bekostnad av en effektivt utbredd användning av kunskapen. Dock får man genom patentbeskrivningar fri tillgång till kunskapen och kan då bygga vidare på denna i fortsatt forskning även om kunskapen inte kan utnyttjas kommersiellt.

Forskningsinsatser är riskabla investeringar. Ju större företagen är desto större är möjligheterna till riskfördelning d v s till lägre



riskkostnader. Störst fördelar i detta avseende har staten. Samhället har också större förutsättningar att överbrygga de odelbarheter, som gäller för vissa forskningsinsatser samt att i övrigt utnyttja stor-driftsfördelar i forskningsledet.

Slutsatsen är således att en privatekonomisk forskning leder till underforskning och till att forskningens resultat utnyttjas för lite. Därmed finns ett argument för en statlig subventionering av forskningsprojekt. Det har emellertid också visats att det kan förekomma fall med överforskning i meningen att man driver forskningsprojekt som syftar till i princip samma resultat som redan finns. Sådana projekt kan givetvis innebära ett slöseri med samhällets resurser, om projekten gäller exakt samma metod. Detta gäller kanske framför allt projekt som avser ett utvecklingsarbete snarare än egentlig forskning. I ett tidigt forskningsskede kan emellertid en dubbelforskning vara effektiv, om det gäller att snabbt nå resultat.

Frågan har rests huruvida forskningsinsatser bekostade av svenska skattebetalare är angelägna när forskningsresultaten omsatta i produktion ofat i huvudsak tillfaller utländska konsumenter. Det kan då vara så att svenska konsumenters betalningsvilja för innovationer är tillräcklig för att täcka samtliga forsknings- och utvecklingskostnader. Därmed kan sådana forskningsinsatser framstå som angelägna för svenska skattebetalare. Viktigare är dock att exportmöjligheter breddar det marknadsmässiga underlaget för nya innovationer. Hur de statliga resursinsatserna för industriellt syftande forsknings- och utvecklingsprojekt - inom energiområdet såväl som inom andra områden - skall utformas förutsätter således att bedömningar görs inte "endast" av olika projekts möjligheter att tekniskt lyckas utan också av marknadsutsikterna för de tänkta forskningsresultaten. Därför är det viktigt att man vid statliga forskningsinsatser ser till att marknadsutsikter såväl i Sverige som på världsmarknaden får påverka insatsernas omfattning och inriktning.

### 3.3 Botemedel

I detta avsnitt skall vi diskutera hur man genom offentliga åtgärder kan söka bota marknadsbristerna. Svårigheterna att finna lämpliga botemedel skall dock inte underskattas, vilket förekommande byråkratimisslyckanden tyder på.

Man brukar grovt dela in styrmedel i s k ekonomiska av typ skatter, bidrag, avgifter, taxor etc samt regleringar av typ lagar och förordningar, normer, förbud, tillstånd etc. Det är vanligare att myndigheter använder sig av regleringar än av ekonomiska styrmedel. En orsak till detta kan vara föreställningar om att regleringar når målet med större säkerhet och/eller är mera "rättvisa" än alternativen. Styrmedel är dock knappast några självändamål. Avgörande för val bland alternativa sådana bör snarast vara vilket som bäst kan förväntas uppnå samhällets mål.

Generella styrmedel av den typ vi just diskuterat räcker emellertid inte till för att klara av vissa klassiska fall av marknadsbrister, Det gäller t ex vid förekomst av olika slags kollektiva varor samt vid t ex stordriftsfördelar. Det är nämligen osannolikt att marknadskrafterna av sig själva leder till samhällsekonomisk effektivitet vid dessa marknadsbrister. Det är bl a därför som vi har en rad offentliga företag och verksamheter såsom Statens Vattenfallsverk, Statens järnvägar, Statens vägverk, kommunala VA-, el- och fjärrvärmeverk, gatukontor etc. Här är det nödvändigt att söka bedöma huruvida en viss investering eller ett visst produktionsbeslut är förenligt med det mål som eftersträvas.

Uppgifterna för samhällets organ blir då att om möjligt söka beräkna värdet av den totala resursåtgången för de olika alternativ som övervägs för att ställa dessa kostnader mot motsvarande beräkningar av de fördelar som respektive alternativ kan representera för samtliga berörda individer. Detta är detsamma som att genomföra samhällsekonomiska bedömningar av olika verksamheter; poängen med sådana utvärderingar är som redan sagts att de syftar till att beakta alla väsentliga effekter av ett visst beslut.

Det är viktigt med en ekonomisk-teknisk fantasi när det gäller att se att olika slags alternativ kan föreligga. Därmed avses inte bara valet mellan och dimensionering av olika tekniska lösningar som kan övervägas (t ex fjärrvärme, elvärme, värmepumpar etc för att lösa en kommuns värmeförssörjningsproblem). Av relevans är också att pröva olika alternativ vad gäller när man skall bygga, var, i vilken hastighet, i vilken ordningsföljd, etc.

#### 3.4 Inbördes beroende

Om varor och tjänster utgör nära substitut eller komplement till varandra, förekommer det ett starkt ömsesidigt beroende (stark marknadsinterdependens) mellan dem. Pris- och kvantitetsförändringar för en produkt kan

då påverka efterfrågan och pris på en annan produkt, vilket i sin tur kan verka tillbaka på efterfrågan och pris på den första produkten osv. Två olika fall av stark interdependens kan urskiljas. Det första fallet gäller då två produkter kan sägas utgöra nära substitut för varandra, t ex värmeställning och energisparåtgärder. Genomförandet av ett projekt, av typen isoleringar av bostäder, kan minska det samhällsekonomiska värdet av ett annat, t ex ett spillvärmeprojekt eller en utbyggnad av ett fjärrvärmeverk i en ort, och göra det "överflödigt". Det är därför angeläget att samtidigt göra utvärderingar av båda projekten och genomföra det som ger det högsta samhällsekonomiska nettovärdet för att undvika felaktiga beslut på grund av "närsynthet".

I detta sammanhang bör noteras:

För det första finns det anledning att differentiera den statliga energisparpolitiken efter olika kommuners olika förutsättningar, t ex vad gäller om man redan har ett utbyggt fjärrvärmesystem eller ej.

För det andra finns det anledning att låta de enskilda kommunerna ta ett ansvar för hur en effektiv avvägning mellan energisparande och värmeställning skall göras med hänsyn tagen till varje kommuns specifika förutsättningar.

För det tredje bör staten också ställa som krav att priset på fjärrvärme sätts lika med kortsiktig marginalkostnad i berörda kommuner för att eventuella finansieringsbidrag skall lämnas till existerande fjärrvärmeverk. Till en del kan nämligen de fasta kostnaderna täckas genom fasta avgifter.

För det fjärde finns det anledning att låta varje kommun utföra samhällsekonomiska utvärderingar som underlag för att bestämma en sådan effektiv avvägning. Sådana kalkyler bör ställas som krav för att eventuella statliga bidrag skall utgå. Detta förutsätter att sådana kalkyler utförs dels vad gäller olika energisparåtgärder, dels olika alternativ för en kommun vad gäller uppvärmningsformer.

Det andra fallet gäller då två produkter är komplement till varandra, t ex solfångare och värmelagring. Sådana projekt kan stödja varandras lönsamhet. Ett projekts värde (t ex ett solfångarprojekt) blir då positivt beroende av att komplementära projekt samtidigt genomförs (t ex värmelagringsprojekt). Ett annat exempel gäller att valet av bebyggelseform har betydelse för valet av uppvärmningssystem och bl a därigenom för energiåtgången.

Utspridd småhusbebyggelse leder företrädesvis till val av elvärme, givet de rådande prisrelationerna. En tätare bebyggelse kan minska de genomsnittliga kostnaderna om uppvärmningen baseras på fjärrvärme.

Valet av bebyggelseform får också betydelse för såväl val av transportsystem som för transporterens genomsnittliga längd. Detta påverkar grad behovet av investeringar i vägar och gator (förutom i distributionsnät för bl a el och fjärrvärme). Detta medför skilda anspråk på transportarbetet. Underlaget för kollektivtrafik påverkas om man väljer en tät eller mera utspridd bebyggelse. Färdmedelsvalet påverkas också och därigenom bl a drivmedelsåtgången.

Låt oss t ex anta, att en kommun överväger att expandera i form av småhusbebyggelse. En sådan expansion ställer då krav på följdinvesteringar och rörliga kostnader i form av gator, trafikarbete, energiförsörjningssystem. Sådana effekter bör beaktas redan vid beslutet om val av bebyggelseform i samma utsträckning som kostnaderna för bostäderna. I de fall olika projekt inom ett eller flera områden är starkt komplementärt beroende av varandra, bör dessa, som ovan påpekats, sammanföras till "paket" av projekt. Följande två vitt skilda generalplaner kan tjäna som exempel på sådana paketalternativ:

- Stadssanering genom koncentrerad höghusbebyggelse, användning av fjärrvärmesystem och företrädesvis kollektivpendling till ett arbetsplatscentrum
- Utspridd småhusbebyggelse på jungfrulig mark med användning av elvärme och företrädesvis bilpendling till ett flertal decentraliserade arbetsplatscentra.

Vilket av dessa båda alternativ är att föredra? Skall ytterligare alternativ utformas och någon mellanform väljas? I sådana fall med stark komplementaritet räcker det inte med att studera enskilda projekt. Det blir nödvändigt att jämföra olika "paket" av beroende projekt för att se vilket "paket" som ger störst samhällsekonomiskt nettovärde.

För att kunna utvärdera detta krävs en samhällsekonomisk bedömning, där alternativens alla väsentliga samhällsekonomiska intäkter och kostnader jämföres. Det är därför uppenbart att kännedom om kostnadskonsekvenserna av varje totalt utbyggnadsalternativ är nödvändigt när ett sådant val skall träffas. För att ta reda på detta krävs emellertid en modell som kan användas för att simulera effekterna av olika totala utbyggnadsalternativ och för att beräkna intäkterna och

kostnaderna för vart och ett av dem. Genom en sådan utvärdering av samtliga väsentliga konsekvenser vid beslut om en viss tätorts utbyggnad kan betydande resursbesparingar göras (se Andersson, 1984).

Avslutningsvis kan följande riktlinjer rekommenderas vid förekomst av ömsesidigt beroende projekt:

- Om stark interdependens förekommer mellan två olika slags projekt så att produkterna inom resp projekt utgör nära substitut till varandra bör man utföra samhällsekonomiska utvärderingar av resp projekt och välja det som ger högsta samhällsekonomiska nettovärde.
- Om stark interdependens förekommer mellan två olika projekt så att produkterna inom resp produkt utgör nära komplement till varandra, bör sådana projekt sammanföras till "paket" av projekt. Sådana "paket" av projekt jämförs sedan med alternativa varandra uteslutande "paket" av projekt.

### 3.5. Effektiva offentliga organisationer

Under senare tid har intresset för den offentliga sektorns effektivitetsproblem ökat väsentligt. Detta intresse kan därvid sägas ha två huvudriktningar. Den ena riktar främst blicken mot offentliga organisationers förmåga att tillfredsställa (de yttre) målen för verksamheten - kraven på s k yttre effektivitet. Den andra riktar uppmärksamheten främst mot offentliga organisationers förmåga till effektivt resursutnyttjande givet vissa mål - kraven på hög produktivitet eller s k inre effektivitet. Effektivitetsbegreppet inrymmer således dels frågan om vad och hur mycket som skall åstadkommas och dels på vilket sätt det skall ske och organiseras.

Dessa förhållanden innebär att såväl renodlat ekonomiska som mer organisationsorienterade aspekter på effektivitetsproblemen är angelägna forskningsområden. Låt oss konkretisera detta ytterligare något.

Att ingripa med statliga och kommunala åtgärder är i sig resurskrävande. Ingreppen kräver att en rad informationsproblem löses och medför "systemkostnader" av olika slag. Det finns de som menar att man snarast bör dra ner på mycket av det som det offentliga i Sverige ombesörjer idag, eftersom - menar man - så mycket resurser slösas bort genom politik- och byråkratimisslyckanden. Denna kritiska syn på statliga och kommunala åtgärder utgår ifrån att man inte lyckas uppnå det man vill uppnå eller endast till höga kostnader. Inom ekonomisk teori har dessa frågor kommit på modet och bildat en särskild skola, den s k "public choice"-skolan

(G. Tullock, 1982). I Sverige finns det också flera ekonomiska forskare som av ovan anförda skäl vill dra ner kraftigt på utgifterna i den offentliga sektorn samt på övriga styrande ingrepp och istället överlämna så mycket som möjligt åt "privata" beslut (I. Ståhl, 1977, J. Myhrman, 1980).

Man bör givetvis inta en öppen och prövande hållning till nya tankar av det slag som "public choice"-skolan representerar. Det är därför angeläget att pröva hållbarheten i de hypoteser som framförs. Det är helt ostridigt att många förbättringar kan stå att göra i val av metoder och i organisation för offentliga företag och myndigheter så att risker för byråkrati- misslyckanden reduceras.

Under senare år har också ett större intresse än tidigare kommit att ägnas frågor som rör offentliga organisationers interna effektivitet och deras lämpliga uppbyggnad vad gäller olika uppgifter (J. Marshak & R. Radner, 1971). Man har också i större utsträckning än tidigare uppmärksammat hur beslut träffas efter förhandlingar mellan olika parter (L. Johansen, 1979, I. Ståhl, 1980, B. Beckman & A. Carling, 1981). A. Wildavsky har lanserat en hypotes där förkämpar för olika fackområden kräver mer resurser för olika uppgifter (t ex för energiforskning) medan väktare på finansavdelningen måste se till att budgeten går ihop (A. Wildavsky, 1964 och 1975).

Konstaterade byråkrati- misslyckanden av olika slag eller höga kostnader för ingrepp i enskilda fall är knappast tillräckliga skäl för att i alla lägen avhålla sig från att försöka åstadkomma det man önskar uppnå av samhällsmål, vare sig det gäller en förbättring av en viss grups välfärd eller en allmän förbättring av välfärden. Men det räcker inte med att få fram teoretiskt väl underbyggda, för praktiskt bruk utformade tumregler på olika områden. För att riktiga beslut skall kunna träffas måste en beslutsfattare inom en offentlig organisation ha incitament att fatta sådana beslut. Låt oss diskutera detta med utgångspunkt från ett forskningsråds uppgifter.

En huvuduppgift för ett antal statliga organisationer är att med givna ramanslag besluta om vilka FoU-projekt som bör stödjas. Låt oss utgå från att projekten är oberoende av varandra och att man som rangordningskriterium väljer förväntad samhällsekonomisk lönsamhet vid given sannolikhet för framgång. Därefter skulle, efter en rangordning, pengarna i princip delas ut så långt det beviljade ramanslaget räcker, förutsatt att projekten är lönsamma. Härigenom skulle den givna ramen avgöra

hur många projekt som kan ges stöd respektive hur många som måste bli utan medel.

Om det finns många lönsamma projekt kan det innebära att den programansvariga myndigheten hos regeringen framdeles begär ett större ramanslag än beviljat, nämligen i det fall att det förväntas finnas ett större antal projektidéer med ett positivt värde på den samhällsekonomiska lönsamheten än vad som annars kan stödjas. Alternativt kan lönsamhetskravet medföra, att inte hela ramanslaget bör utnyttjas för avsett ändamål utan att en del återsändes eller utnyttjas för något annat.

På kort tid har energiområdet tilldelats mycket stora belopp för FoU. Det har således gällt för bl a forskningsråden att på kort tid finna ett stort antal "vettiga" projekt att sats på. Riskerna torde finnas vara större för felsatsningar här än inom andra områden där en snävare tilldelning av ramanslag kan medföra en hårdare gransknings- och prioriteringsprocess. Ett problem i sammanhanget är att det inte anses som "comme il faut" för ett forskningsråd att skicka tillbaka en del av ett beviljat ramanslag med motiveringen, att man ej funnit några tillräckligt intressanta projekt. Genom att stora FoU-resurser nu "måste" slussas ut på projekt på kort tid, föreligger det uppenbara risker för att man frestas till att låta genomföra inte bara alltför många utan också alltför dyrbara projekt. Exempel på dyrbara projekt är framför allt fullskaleprov av prototyper och demonstrationsanläggningar i stor skala. Riskerna föreligger således, att man fin satsar på sådana projekt i en alltför stor omfattning.

Det är givetvis vanskligt att i det enskilda fallet avgöra om projekten är samhällsekonomiskt motiverade eller ej. Av stor vikt är emellertid att se till att systematiskt felaktiga kriterier inte kommer till användning i forskningsrådets beslutsprocess. För att undvika risker för ett samhällsekonomiskt slöseri med till buds stående FoU-resurser bör man ha en så öppen och heltäckande konsekvensanalys som möjligt. Den samhällsekonomiska utvärderingsmetoden är ett möjligt synsätt som forskningsråden skulle kunna utnyttja systematiskt vid sina beslut. Det är för detta syfte, som denna skrift kommit till på uppdrag av BFR.

#### 4. Företagsekonomiska bedömningar

Den företagsekonomiska bedömningen syftar till att beakta enbart de effekter som gynnar eller drabbar ett bestämt företag eller annan typ av organisation. De företag som här avses kan vara av mycket skilda slag. Det kan gälla såväl privata, statliga som kommunala företag. Det kan avse "vanliga" privatägda företag, enskilda fastighetsägare, men det kan också gälla statliga verk typ Statens Vattenfalssverk och kommunal-ägade som kommunala tekniska verk etc. Vad som skall räknas in i en kalkyl och hur olika poster skall hanteras kan variera åtskilligt mellan dessa olika företag beroende på deras något olika målsättningar. Den företagsekonomiska kalkylen kan för vissa av dessa företag representera ett alltför snävt perspektiv. Istället är i sådana fall en samhällsekonomisk bedömning att föredra, eftersom denna syftar till att beakta alla väsentliga effekter som gynnar eller drabbar individer i samhället. På vilka punkter en samhällsekonomisk bedömning kan skilja sig från en företagsekonomisk kalkyl skall vi precisera i inledningen till nästa kapitel.

Syftet med detta kapitel är inte att ge några detaljerade riktlinjer för hur man skall genomföra företagsekonomiska kalkyler. För en mera utförlig behandling av sådana kan bl a hänvisas till Asztély (1965), Honko (1976), Bergknut - Elmgren-Hentzel (1981), Cook-Rusell (1981) samt Samuelsson (1984). Istället är avsikten att mycket kortfattat diskutera den företagsekonomiska kalkylen av konkreta investeringsprojekt som en utgångspunkt för samhällsekonomiska överväganden.

##### 4.1 Olika kalkylmetoder

###### Nuvärdesmetoden

Med nuvärdesmetoden räknas samtliga framtida intäkter och kostnader av ett projekt om till ett nuvärde med hjälp av en viss bestämd kalkylränta, som är det tillämplade avkastningskravet. Om nuvärdet av intäkter minus kostnader blir positivt skall projektet genomföras, i annat fall är det inte lönsamt.

Nuvärdet av samtliga framtida intäkter och kostnader beräknas på följande sätt:



$$NV = \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+r)^t} \left( \sum_{j=1}^M I_{tj} - \sum_{i=1}^L C_{ti} \right) + \frac{R}{(1+r)^T} - G > 0$$

där NV = nuvärde

T = tidshorisont

t = tiden och  $t = 1, 2, \dots, T$

r = kalkylränta

M = antal intäktsposter j löper från 1 till M

L = antal kostnadsposter (bortsett från grundinvestering) i löper från 1 till L

$I_{tj}$  = intäkter

$C_{ti}$  = kostnader

R = restvärde

G = grundinvestering

Om den ekonomiska livslängden för en investering är längre än tidshorisonten (T), uppstår ett terminalkapital eller restvärde (R) av ej förbrukade anläggningar vid tidshorisonten. Nuvärdet av detta restvärde bör avräknas så som angivits i formeln ovan.

Det är viktigt att observera att grundinvesteringen ofta fördelas över flera år, vilket kräver att en räntekostnad för de årsvisa investeringskostnaderna beräknas. Således kommer grundinvesteringens slutvärde vid tillfälle då anläggningen står färdig att tas i drift att ges av  $G = \sum_{\tau=0}^T J^{\tau} (1+r)^{\tau}$  där  $J^{\tau}$  = investeringsutgiften under ett av anläggningsåren.  $\tau$  = tiden från byggstart till färdigställande.

#### Annuitetsmetoden

Annuitetsmetoden innebär att man fördelar de till en investering hörande kostnaderna på lika stora årskostnader, annuiteter, över investeringens beräknade ekonomiska livslängd. Detta betyder att summan av värdeminskning och räntekostnader görs konstant under anläggningens hela livslängd. Annuiteten beräknas på följande sätt:

$$\text{Annuitet} = \frac{r(1+r)^m \cdot NV}{(1+r)^m - 1}$$

där m = ekonomisk livslängd som kan sammanfalla med T = tidshorisont

I en förenklad tumregel beräknas annuiteten enbart på grundinvesteringen. Till denna annuitet adderas sedan de årliga löpande kostnaderna, varvid erhålles den totala årliga kostnaden. Ingen invändning kan riktas mot denna tumregel om de årliga löpande kostnaderna kan beräknas vara konstanta över tiden. Denna kostnad kan sedan jämföras med de årliga intäkterna.

#### Internräntemetoden

Internräntemetoden innebär att man löser ut den ränta som ger likhet mellan förväntade intäkter och kostnader och att man bedömer projekt efter storleken på denna s k internränta. Enligt denna metod bör ett projekt genomföras om internräntan för ett projekt är minst lika hög som den kalkylränta som man tillämpar som minimiavkastningskrav. Internräntemetoden har kritiserats på olika punkter.

#### Pay-off metoden

Pay-off metoden utgår från ett projekts återbetalningstid. Man väljer sådana projekt som bedöms vara återbetalda inom den maximitid som man bestämt sig för som kriterium. Metoden tar stor hänsyn till finansierings- och likviditetskrav. Ingen hänsyn tas till vad som händer sedan investeringen betalats. Denna metod har också kritiserats för att vara ett alltför grovt beslutskriterium.

### 4.2 Kalkylränta

Valet av kalkylränta har stor betydelse för hur många projekt och vilka projekt man bör satsa på. Kalkylräntan ger uttryck för en relation mellan hur man värderar en krona idag i förhållande till en krona i morgon och möjligheterna till avkastning i de olika perioderna. Med hjälp av kalkylräntan kan man jämföra belopp som är tillgängliga idag med belopp som blir tillgängliga i framtiden. Detta sker genom att ett framtida belopp omräknas (diskonteras) till ett nuvärde med just kalkylräntan. Denna visar den minsta compensation som man kräver för att ett framtida belopp skall få samma värde som en summa som är disponibel idag. Följande samband från ränteräkningar skall därvid tillämpas:

$$\text{Nuvärde} = \frac{\text{Framtida belopp}}{(1 + \text{kalkylräntan})^{\text{Antal år}}}$$

Kalkylräntan gör det möjligt att välja mellan olika projekt som har olika tidsprofil för uppostringar och intäkter, t ex FoU-projekt. Sådana som inte uppfyller minimiavkastningskravet gallras bort. Om man tillämpar en låg kalkylränta, gynnas långsiktiga investeringar såsom FoU-projekt. Dessutom gynnas kapitalintensiva investeringar. Intäkter som ligger längre fram i tiden får nämligen ett högre värde om nuvärdesmetoden används.

Om man tillämpar en hög kalkylränta, blir det sålunda svårare att få lönsamhet i investeringar som mognar ut på längre sikt eller tar tid att färdigställas, t ex skogsbruk, vattenkraftanläggningar samt just FoU-projekt. Valet av kalkylränta bör givetvis inte bestämmas av önsketänkande i dessa avseenden.

Det är viktigt att skilja mellan kalkylränta i reala resp nominella värden. Relationen dem emellan är dock enkel:

$$r_n = r_r + i$$

där  $r_n$  = nominell ränta

$r_r$  = real ränta

$i$  = inflationstakten

Kalkylräntan i nominella termer kan således approximativt beräknas som den reala kalkylräntan plus inflationstakten. Om exempelvis realräntan är satt till 6% och den årliga inflationstakten beräknas bli 10%, så blir den nominella räntan ca 16%.

Vi vill påminna om vikten av att också räkna med räntekostnader under byggtid. Det är ganska vanligt förekommande att man glömmer bort detta i kalkyler för offentliga investeringar trots att det kan röra sig om betydande belopp; se t ex Andersson (1984). I denna rekommendation finns det ingen som helst skillnad mellan vad som bör gälla i en företagsekonomisk och en samhällsekonomisk kalkyl.

Olika företag har olika placerings- och lånemöjligheter beroende på skilda verksamhetsfält och olika förhandlingspositioner gentemot kreditgivare. Företagens kalkylränta bestäms av det avkastningskrav som ställs på det egna kapitalet samt för kostnaderna för främmande kapital som ju är givna utifrån. Det finns således inte någon entydigt bestämd kalkylränta för enskilda företag. I praktiken använder företag också ofta olika kalkylräntor, t o m för olika slags investeringar inom samma företag. Hur en enhetlig kalkylränta för samhället kan bestämmas kommer att diskuteras i nästa kapitel.

### 4.3 Beslutskriterier

Om företag har som mål att maximera vinsten, så skall deras beslut om åtgärder grundas på att åtgärdens intäkter överstiger dess kostnader. Det teoretiskt sett bäst underbyggda sättet att jämföra intäkter och kostnader på är nuvärdesmetoden. Annuitetsmetoden är i princip likvärdig och kan därför användas som alternativ.

Det är framför allt för att ta ställning till följande två frågor som man behöver ett beslutskriterium:

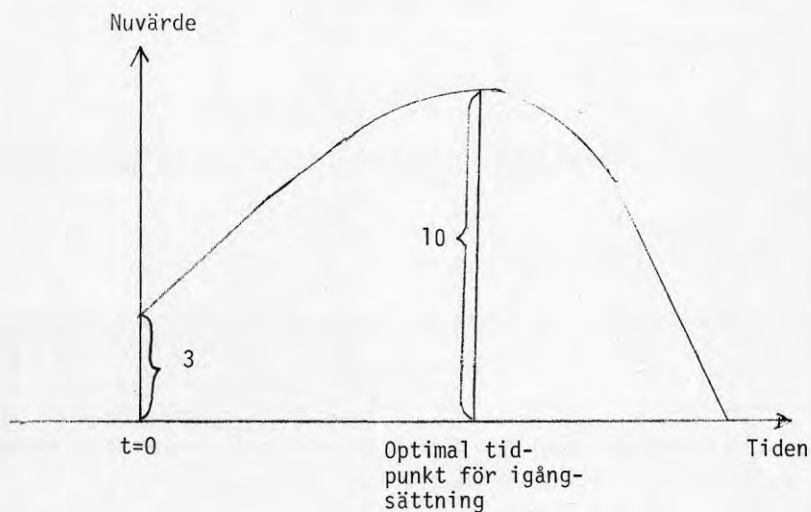
- a) Är ett visst projekt lönsamt?
  - b) Hur skall man rangordna om flera olika alternativ finns?
- 
- a) För att vara lönsamt måste projektets förväntade intäkter överstiga dess kostnader. Nuvärdesmetoden kan med fördel användas för att avgöra denna fråga.
  - b) Även när det gäller rangordningen mellan olika projekt kan nuvärdesmetoden med fördel användas. Ett problem kan dock uppstå om det finns ett större antal lönsamma projekt än vad som ryms inom budgetramen, eftersom nuvärdesmetoden i princip förutsätter att man kan erhålla kapital i obegränsade mängder till den valda kalkylräntefoten. Under sådana förhållanden gäller det att välja projekt som maximerar nuvärdet av avkastningen per budgetkrona.

Internräntemetoden innebär att man beräknar den ränta som gör att projektets nuvärde blir lika med noll. Man kan därefter rangordna projekten efter nivån på deras internränta och därigenom fördela ett visst givet kapitalbelopp så fördelaktigt som möjligt mellan de konkurrerande objekten.

#### 4.4 Optimal tidsförläggning av ett projekt

Beslutskriterierna som presenterats ovan kan tillämpas på projekt som är givna till sin utformning. Men vid optimering söker man finna det alternativ vars projektutformning maximerar nuvärdet när en rad beslutsvariabler ändras. Bl a bör man studera hur nuvärdet förändras vid förändringar i val av tidpunkt för att påbörja och avsluta ett projekt.

Nuvärdesmetoden kan användas även för att besvara frågan om val av tidpunkt för igångsättning av ett projekt. Men man måste då studera försämringen eller förbättringen i lönsamheten av en investeringssenareläggning. Det räcker således inte med att konstatera att projektet har ett positivt nuvärde, om man måste välja mellan att genomföra det nu eller senare. Skälet till detta är att alternativen nu eller senare är två alternativ av samma projekt. Dessa alternativ är således inte oberoende av varandra: om man genomför projektet nu kan man inte genomföra det senare. Även om nuvärdet av att genomföra ett projekt nu kan vara positivt kan en senareläggning medföra ett ännu högre nuvärde. Då skall givetvis en senareläggning av projektet väljas. Låt oss illustrera detta i anslutning till figur 4.1.



Figur 4.1: Val mellan att starta ett projekt nu eller senare

Om man startar projektet i tidpunkten  $t=0$  är nuvärdet visserligen positivt (3). Men om man senarelägger projektet till den optimala tidpunkten för igångsättning ökar nuvärdet (till 10). Denna regel för optimering är av relevans när man skall bestämma i vilken takt man skall bedriva forskning inom ett visst område med sikte på tidpunkt för igångsättning.

#### 4.5 Optimal utformning av ett projekt

För en handläggare av ansökningar om forskningsanslag är det väsentligt att uppvisa ekonomisk-teknisk fantasi. Man måste se vilka alternativ som kan finnas till ett föreslaget projekt för att lösa t ex en kommuns värmeförsörjningsproblem i olika konkreta fall. Det kan gälla fjärrvärme, elvärme, oljeeldning, värmepumpar etc. Det gäller inte bara att finna och redovisa den optimala tidsförläggningen av dess alternativ utan också var, i vilken takt, i vilken ordningsföljd, i vilken omfattning och design i övrigt. Därför bör bl a följande frågor studeras för att man skall se hur förändringar i olika beslutsvariabler inverkar på nuvärdet:

- a) Val av kombination mellan ny och konventionell teknik
- b) Val av storlek på anläggningen för att utvärdera förekomst av stordriftsfördelar
- c) Val av lokalisering av anläggningen.

Vi skall här kortfattat kommentera dessa punkter.

- a) Att renodlat använda bara en ny teknik, t ex för uppvärmning, är i många fall inte en optimal utformning av ett projekt, det må vara värmepumpar, solvärme, flis, torv, pellets etc. Om den nya tekniken har förutsättningar att bli lönsam, så är det oftast i något slags kombination med en redan befintlig, konventionell teknik. Det är därför ofta ett intressant ekonomiskt optimeringsproblem att fastställa vilken kombination som ger störst ekonomiskt utbyte.
- b) Vissa nya tekniker kan ha betydande stordriftsfördelar. De kan sålunda vara lönsamma endast vid en användning utöver en viss minimistorlek. Det bör därför klarläggas på vilka användningsområden som en viss teknik har en potentiell tillämpning och på vilka den inte har det.

- c) En ny tekniks konkurrenskraft kan i hög grad vara beroende av var den är tänkt att användas: om lämpliga råvaror är för handen, om ett tillräckligt stort avnämrunderlag är för handen, om det redan finns ett utbyggt fjärrvärmesystem eller inte etc. De lokala förutsättningarna avgör i hög grad en ny tekniks möjligheter att konkurrera med alternativen.

#### 4.6 Optimering vid inbördes beroende projekt

Vad som hittills behandlats är oberoende eller ömsesidigt uteslutande projekt. Emellertid finns det i vissa fall andra slag av starka beroenden mellan olika projekt så att t ex en vald utformning av ett projekt i hög grad kan inverka på vilken utformning man väljer för ett annat projekt. Man löper således risk för suboptimeringar, om man inte vid kalkyleringen explicit söker beakta sådana beroendeförhållanden. Här skall diskuteras några exempel på sådana ömsesidiga beroenden som man söker ta hänsyn till redan i företagsekonomiska kalkyler. I kapitel 5 kommer sedan att behandlas fall som inte nödvändigtvis beaktas i företagsökonomiska kalkyler men som bör tas hänsyn till i samhällsekonomiska kalkyler.

Vi kan utgå från, att det finns betydande produktionstekniska stordriftsfördelar för vissa typer av kraftverk, t ex ett torvkraftverk. Om man då gör en optimering enbart med hänsyn till de direkta elproduktionskostnaderna, erhålles ett relativt "stort" kraftverk. Om man enbart ser till produktionssidan riskerar emellertid utformningen för ett sådant kraftverk att bli inoptimal bl a genom ett förbiseende av distributionskostnadernas betydelse. Dimensionering och lokalisering av en anläggning är med andra ord starkt interdependenta problem som bör bestämmas genom en avvägning mellan å ena sidan beräknade produktionstekniska stordriftsfördelar samt å den andra sidan transportkostnader i olika alternativ för såväl ut- som intransporter; se Ribrant (1970). Sådana överväganden görs normalt i kraftföretagens kalkyler.

Vid en planerad utbyggnad måste också klarläggas från början hur det enskilda kraftverksprojektet passar in i ett existerande elproduktions- och distributionssystem. Optimeringar måste således ske med utgångspunkt från det existerande kraftsystemets förmåga att tillgodose den förväntade efterfrågan med dess fördelning över tiden. Vattenkraften har

speciella fördelar som reglerkraft, vilket sammanhänger med att den snabbt kan kopplas på vid de tider på dygnet, under veckan, under året då efterfrågan går i topp. Den kan också kopplas på vid driftshaverier i andra kraftverk, t ex då ett kärnkraftverk faller ur drift.

En företagsekonomiskt optimalt sammansatt elproduktionsapparat bör således med hänsyn till förbrukningens variationer innehålla båda baslastverk och toppkraftverk. Om man överväger en utbyggnad är det existerande kraftverkssystemets sammansättning av stor betydelse för vilket kraftverksslag som kommer att framstå som mest lönsamt. I vissa fall kan interdependens beaktas på ett relativt enkelt sätt, t ex genom att lönsamhetsvillkoret utökas med ett tillkommande led; se Moberg (1979). I andra fall kan kalkylarbetet bli relativt komplicerat. Det kan då avsevärt underlättas om man arbetar med en datorbaserad modell av efterfrågans fluktuationer samt interdependensen i kraftverkssystemet. Kraftindustrin utnyttjar sådana modeller. Härigenom kan man snabbt undersöka hur förändringar i olika variabler, t ex en stark oljeprishöjning, kan inverka på valet av lösningar för de här ovan diskuterade problemen. En modell av denna typ har också fördelar när man skall ta hänsyn till osäkerhet och risk av olika slag som är förknippade med en rad olika variabler. För att gardera sig mot överraskningar måste man nämligen genomföra känslighetsanalyser för de tyngsta och mest osäkra posterna i kalkylen. Med en datorbaserad modell kan sådana känslighetsanalyser genomföras snabbt.<sup>1)</sup>

---

<sup>1)</sup> Flera modeller för en företagsekonomisk optimering av kraftverkssystemet finns tillgängliga. Kraftverksindustrin har utformat en modell som används i dess kortsiktiga optimering, dvs för val av i vilken turordning som existerande kraftverk skall tas i bruk. Dessutom används inom kraftindustrin en modell för bestämning av kraftverksutbyggnader. En sådan utvärderingsmodell har också utvecklats vid företagsekonomiska institutionen i Göteborg. Vidare finns en modell utvecklad vid institutionen för kraft- och värmeteknik, Tekniska högskolan i Lund. Utomlands finns på motsvarande sätt en rad modeller för företagsekonomisk optimering av kraftverksutbyggnad (t ex vid Electricité de France).



#### 4.7 Behandling av osäkerhet

Eftersom de flesta variabler av relevans i en företagsekonomisk kalkyl är beroende av den framtida utvecklingen, är de givetvis behäftade med osäkerhet. Osäkerheten kan gälla såväl identifiering, kvantifiering som värdering av olika intäkts- och kostnadsposter. En metod som rekommenderas i företagsekonomi när det gäller att generellt beakta osäkerhet är att laborera med intervall kring mest sannolika värden. Frågan är då hur man värderar osäkerheten. I tillämpade kalkyler förekommer ofta olika former av schablonartade generella justeringar. De vanligast förekommande metoderna av detta slag synes vara följande:

- Reducering av förväntade intäkter och/eller ökning av förväntade kostnader
- Justering av kalkylräntan med ett påslag som bedöms motsvara graden av osäkerhet
- Förkortning av "pay-off"-perioden (avbetalningsperioden), också med hänsyn tagen till graden av osäkerhet.

Företag kan också hantera osäkerheten genom att välja en lämplig "korg" av säkra och mindre säkra projekt i enlighet med portföljvalsteorin. Detta gäller inte minst vid företags val av FoU-projekt som vi nu skall komma in på.

#### 4.8 Företagsekonomiska val av FoU-projekt

Flertalet större företag med en forskningsbudget har vanligen flera, samtidigt pågående forskningsprojekt på olika områden. Detta är ett uttryck för en beprövad riskfördelningspolitik: det är sällan tillrådligt att lägga alla äggen i en och samma korg. Projekten som är oberoende av varandra ger tagna tillsammans en möjlighet till riskutjämning. Ju fler FoU-projekt som finns, desto större riskutjämning är det möjligt att erhålla. Ju större ett företag är, desto flera oberoende forskningsprojekt kan det driva. Ju större ett företag är, desto större blir också utrymmet för stora, långvariga förväntat lönsamma forskningsprojekt. Större företag har således fördelar dels vad det gäller riskfördelning mellan ett större antal projekt i form av lägre riskkostnader, dels större möjligheter att välja en på sikt mera lönsam sammansättning mellan långsiktiga forskningsprojekt och mera kortsiktiga utvecklingsprojekt. Ju större företagen är och ju mer diversifierade de är desto mer börjar risksituationen vid forskningsprojekt påminna om den som gäller för samhället i dess helhet.

Om ett företag samtidigt driver flera FoU-projekt, är det rationellt att dessa inte endast bedöms individuellt var för sig, utan att också en total riskbedömning görs för alla FoU-projekt tillsammans. Det blir med ord meningsfullt för ett forskande företag att träffa ett val av en s k projektportfölj.

FoU-projekt för ett företag kan också vara komplementära i vissa avseenden. Ett exempel är att forskning samtidigt på solfångare och på långtidslagring av värme kan vara väl motiverad.

Ett viktigt inslag i den industriella innovationsprocessen är också den bevakningsforskning som ofta bedrivs på de områden, där ett företag har lyckats få ett tekniskt genombrott. En viss del av ett företags forskningskapacitet kan således avdelas för uppföljningsarbeten avsedda att utveckla en innovation samt att skydda företaget mot ökad konkurrens, t ex genom att åstadkomma s k kringgångspatent. Hur mycket av forskningsbudgeten som skall avdelas för en forskning mot nya "tekniska genombrott" resp mot bevakningsforskning eller ett imitativt utvecklingsarbete är självfallet en övergripande forskningspolitisk fråga för ett företag.

Det stora innovativa företagens situation liknar således i vissa här berörda avseenden, med undantag för framför allt bevakningsforskning, den situation som föreligger för ett land då dess forskningspolitik skall avgöras. I kapitel 7 skall närmare diskuteras hur samhällsekonomiska bedömningar om FoU-projekt kan utföras.

## KAPITEL 5. SAMHÄLLSEKONOMISKA BEDÖMNINGAR

### 5.1 Utgångspunkter

En bedömning måste ske utifrån ett visst bestämt beslutskriterium. Och kriteriet förutsätter ett mål för det som skall bedömas. Huvudmålet för samhällsekonomiska utvärderingar har diskuterats i kapitel 3. Det är att hushålla med samhällets resurser i vid mening utifrån individernas önskemål - att uppnå samhällsekonomisk effektivitet. Detta mål kan kombineras med en rad olika andra mål som t ex en viss önskad inkomstfördelning.

Beslutskriteriet har klara likheter med det som gäller för en företagsekonomisk kostnads-intäktsanalys, nämligen vinstmaximering. I bägge fallen har man också samma analyssteg. Man måste identifiera och kartlägga en åtgärds alla verkningar som är av betydelse för beslutsfattaren. Åtgärdens alla effekter måste kvantifieras i fysiska termer och därefter så långt möjligt värderas i kronor och ören. Negativa effekter är "som vanligt" kostnadsposter, positiva intäktsposter. Framtida effekter måste omvandlas till nuvärden genom en diskonteringsränta med hjälp av nuvärdesmetoden.

Det finns dock skillnader mellan en företagsekonomisk kalkyl och en samhällsekonomisk bedömning. Dessa skillnader beror på att målen är olika. Effekter som faller utanför företaget räknas inte med i dess kalkyl, såvida inte det offentliga genom olika styrmedel, skatter, bidrag, regleringar, påbud, förbud, etc ger särskild anledning därtill. En samhällsekonomisk bedömning har däremot som direkt syftet att beakta alla väsentliga effekter för ett samhälle av en viss åtgärd. Det kan då i många fall vara svårt att på ett meningsfullt sätt uppskatta vissa effekter i kronor och ören, men detta är en mätteknisk begränsning som inte ändrar ambitionen att söka beakta även sådana sådana effekter. Dessutom är man i en samhällsekonomisk bedömning inte bara intresserad av effekterna på effektivitetsmålet. Det kan också vara av intresse att kartlägga hur dessa effekter fördelar sig på olika grupper av medborgare.

Samhällsekonomiska bedömningar kan gälla en rad olika slags åtgärder. Dessa kan avse såväl anläggningar som nedläggningar. De kan gälla utformning av olika slags styrmedel som skatter, taxor, subventioner, reg-

teringar etc. De kan också användas för att avgöra vilka FoU-projekt som bör få ett statligt stöd och det är skälet till varför denna skrift tillkommit.

Eftersom den företagsekonomiska kalkylen är mera välbekant än den samhällsekonomiska, har vi valt att utgå från den förstnämnda så som den presenterats i föregående kapitel och att se efter på vilka punkter som det finns några väsentliga skillnader. I nästa avsnitt skall vi uppmärksamma sådana skillnader.

## 5.2. Skillnader mellan en företagsekonomisk och samhällsekonomisk bedömning

Avsikten med detta avsnitt är att närmare klarlägga på vilka punkter en samhällsekonomisk bedömning kan skilja sig från en företagsekonomisk så som denna presenterats i kapitel 4. Härigenom kommer det att framgå på vilka punkter som det finns anledning för stat och kommun att genomföra korrigeringar av de företagsekonomiska kalkylerna när sådana förekommer.

Låt oss först urskilja två skilda situationer. I den ena förekommer ingen som helst statlig styrning, i den andra är den statliga styrningen generell och dessutom helt perfekt utformad när det gäller att beakta de olika slags marknadsimperfectioner som diskuterats i kapitel 3. I det första fallet kommer ett samhällsekonomiskt ineffektivt läge att uppnås till följd av att man enbart förlitar sig på företagsekonomiska kalkyler. I det andra fallet däremot är det fullt tillräckligt att företagen använder företagsekonomiska kalkyler. Anledningen är att man beaktar perfekt utformade generella statliga styrmedel av typ skatter, subventioner, lagar och förordningar, etc. Problemet är att man knappast kan utgå från att den sistnämnda situationen råder ens mycket approximativt. Verkligheten kan snarare beskrivas som ett slags mellanläge mellan dessa båda extremfall. Och i detta mellanläge kommer samhällsekonomiska utvärderingar i stor utsträckning att erfordras och dessutom i väsentliga avseenden avvika från företagsekonomiska lönsamhetsbedömningar.

Vi skall nu diskutera vilka skillnader som kan finnas mellan en företagsekonomisk och samhällsekonomisk projektbedömning. De möjliga avvikelserna presenteras nedan i punktform:

- a) Planeringshorisonten
- b) Kalkylräntefoten
- c) Värderingen av kostnads- och intäktsposter som ingår i den företagsekonomiska kalkylen
- d) Kostnads- och intäktsposter som tillkommer i den samhällsekonomiska utvärderingen
- e) Olika restriktioner i de två fallen
- f) Sätten att beakta osäkerhet samt bedömningen härav.

Ovannämnda avvikelser kan påverka val av starttidpunkt, lokalisering samt utformning av anläggningarna. Därigenom påverkas eventuellt också användningen av produktionsfaktorer liksom den producerade mängden.

I det följande skall ges några kommentarer till dessa möjliga avvikelser. Dessutom skall vi med några exempel illustrera betydelsen av att korrigeringar av företagsekonomiska kalkyler systematiskt genomförs.

#### a) Tidshorisonten

Ett privat företags tidshorisont kan vara kort bl a beroende på institutionella förutsättningar och aktiemarknadens begränsade bedömningsförmåga. För en enskild "samhällsrepresentant" kan - som vi påpekat - tidshorisonten vara mycket kort. Men för ett samhälle gäller i princip en oändlig tidshorisont. Detta motiverar att man i en samhällsekonomisk bedömning åtminstone använder ett s k terminalkapital som ett komplement till en bestämt avgränsad tidshorisont (jfr kapitel 4). Det representerar värdet för samhället av de investeringar vars ekonomiska livslängd fortsätter bortom den valda tidshorisonten och kan avvika väsentligt från motsvarande företagsekonomiska värde.

#### b) Kalkylräntan

Den företagsekonomiska diskonteringsräntan är ett mått på företagets avkastningskrav. Den kan också ge uttryck för företagets likviditetssituation med beaktande av de rådande förutsättningarna på kreditmarknaden. Den speglar dessutom företagets ekonomiskt relevanta hänsyn till skatter. Ett företag kan också välja att beakta osäkerheten genom en förhöjning av kalkylräntan. I ett samhällsekonomiskt perspektiv innebär valet av kalkylränta bl a en bestämd avvägning mellan den nuvarande och de kommande generationernas intressen. Ju lägre kalkylränta

man därvid väljer, desto större vikt fäster man vid de kommande generationernas intressen (och en i motsvarande mån lägre vikt vid den nuvarande generationens villkor). Dessutom har samhället en större kapacitet än varje inhemskt företag att "poola" risker vid osäkerhet. Därför blir den samhällsekonomiska kalkylräntan vid given riskaversion och lika förutsättningar i övrigt lägre än den företagsekonomiska i de fall företaget valt att korrigera för osäkerhet med hjälp av schablonmässiga justeringar av kalkylräntan i den företagsekonomiska kalkylen.

c) Värdering av kostnads- och intäktsposter som ingår i den företags-ekonomiska kalkylen

Vid arbetslöshet inom ett område som berörs av ett visst projekt t ex vattenkraftsprojekt i Norrland kan den samhällsekonomiska alternativkostnaden komma att kraftigt understiga den avtalsenliga lönen, varför en korrigering av arbetskraftskostnaderna kan bli motiverad i en samhällsekonomisk kalkyl. Även de kostnader för övriga insatsvaror som beaktas i en företagsekonomisk kalkyl - såsom för mark, råvaror, inköp av maskiner och utrustning - kan behöva korrigeras. Skatter som måste inräknas i en företagsekonomisk kalkyl - såsom för mark, råvaror, inköp av maskiner och utrustning - kan behöva korrigeras. Skatter bör generellt inte behandlas på samma sätt i en samhällsekonomisk kalkyl (se nedan).

d) Tillkommande kostnads- och intäktsposter

Samhällsbyggnadskostnader är följdskostnader för t ex bostadsbyggande, skolor, daghem, vägar, försörjning med värme, vatten och avlopp m m som ett visst projekt kan föranleda. Vissa av dessa kostnader beaktas av här berörda "företag". Vanligen inkluderas dock ej sådana kostnader fullständigt i en företagsekonomisk kalkyl. Men sådana poster kan aktualiseras vid bedömning av alternativa lokaliseringar av en experimentanläggning av en viss minimistorlek.

Skadorna på miljö och hälsa av olika slags energiprojekt kan bli mycket omfattande. Sådana skador är exempel på negativa externa effekter. I den utsträckning som sådana värden beaktas i en företagsekonomisk kalkyl är detta beroende av att samhället genom avgifter, normer, förbud, föreskrifter eller på annat sätt givit företagen anledning att göra detta. I många fall blir det dock nödvändigt att skatta och inkludera sådana kostnader i en samhällsekonomisk kalkyl.

e) Andra restriktioner

I en företagsekonomisk kalkyl måste man beakta en rad olika restriktioner, t ex budgetmässiga. Företagen måste också beakta de lagar och förordningar som bestämts av samhällets organ. I många fall är dessa bestämmelser grovt tilltyxade, varför det ibland från samhällelig synpunkt kan vara motiverat med en annan behandling, t ex i individuella fall helt bortse (ge dispens) från bestämmelserna. Dock kan andra restriktioner behöva beaktas i en samhällsekonomisk kalkyl. Exempel på detta är olika restriktioner som ger uttryck för fördelningsmål, ofta inkluderande sysselsättningshänsyn.

f) Sätten att beakta osäkerhet samt bedömningen härav

I avsnittet 4.7 beskrevs kortfattat olika schablonmässiga sätt att i en företagsekonomisk kalkyl beakta osäkerheten för olika variabler. I vanligen förekommande företagsekonomiska kalkyler söker man oftast inte ta hänsyn till osäkerheten för varje variabel för sig genom att kringgärda den med ett osäkerhetsintervall, en metod som annars är väl motiverad; se Tell (1978). Mer fundamental är emellertid skillnaden mellan ett företags och samhällets riskspridning (se punkt b ovan).

Projektbeslut på grundval av en företagsekonomisk kalkyl förutsätter att man klarlagt när, i vilken takt, var och hur respektive projekt avses bli genomförda. Men genom ovan exemplifierade korrigeringar som kan vara motiverade i ett samhällsekonomiskt perspektiv kan andra lösningar på dessa frågor komma att föredras än de som väljes utifrån en renodlad företagsekonomisk optimering. Låt oss i illustrativt syfte ge några konkreta exempel.

Frågan när ett kraftverk bör anläggas kan påverkas av exempelvis sysselsättningsläget vid en vald lokalisering. Om arbetslöshet skulle råda i den aktuella regionen, kan en tidigareläggning av ett kraftverksbygge komma att framstå som samhällsekonomiskt motiverat. Om arbetslösheten skulle vara konjunkturellt betingad, kan det dessutom vara motiverat att man under lågkonjunkturen påskyndar byggnadstakten. På motsvarande sätt kan det under en högkonjunktur finnas anledning att slå av på byggnadstakten.

I kapitel 3 framhölls vikten av att man i en företagsekonomisk kalkyl över lokaliseringsval för kraftverk gör en avvägning mellan stordriftsfördelar i produktionsledet och transportkostnaden för såväl in- som uttransporter. Kostnaderna för intransporter är viktiga att beakta för t ex torvkraftverk. Av stor vikt för lokaliseringen är också frågan om det råder full sysselsättning eller långvarig, strukturell arbetslöshet vid alternativa lokaliseringar. Om en omfattande och långvarig arbetslöshet råder, vilket är och har varit fallet för vissa delar av Norrland, bör marknadslönen räknas ner till alternativkostnaden för samhället. Korrigeringar för denna kostnadspost kan aktualiseras för i första hand uppbyggnaden av kraftverket men ibland också för driften. Dessutom kan en sådan korrigering behöva göras för den arbetskraft som används för avverkning av ved eller torv samt i intransporter av dessa råvaror till kraftverket under den period som en annars bestående arbetslöshet antas föreligga. Det är uppenbart att lokaliseringsvalet härigenom kan komma att påverkas.

Mot bakgrund av den förda diskussionen blir det också uppenbart att insatsen av produktionsfaktorer såsom kapital, arbetskraft, mark, råvaror etc kan komma att skilja sig beroende på om beslutet baseras på en företagsekonomisk eller en samhällsekonomisk kalkyl. Detta gäller också den mängd varor och tjänster som kommer att framstå som lönsam att producera enligt resp kalkyl.

### 5.3 Vissa riktlinjer för kalkylering

I princip är det möjligt att göra kalkyler antingen i ett visst års penningvärde, en s k real kalkyl, eller i löpande penningvärden. Kravet är givetvis att alla värden i resp kalkyler är konsistent behandlade, dvs att de antingen är uttryckta i reala eller nominella värden. Men det bör observeras, att en nominell kalkyl måste baseras på förväntningar även beträffande den framtida inflationstakten. Här föreslås att beräkningarna genomförs i ett visst års penningvärde, en sk real kalkyl. Detta innebär att kalkylräntan skall vara given i reala termer. Likaså är det väsentligt att alla priser och kostnader är angivna i ett och samma års penningvärde. Låt oss ge ett exempel. Om man gör den bedömningen att oljepri- serna i genomsnitt kommer att öka med ca 2% per år mätt i reala termer. Om man antar en årlig inflationstakt på 10%, betyder detta antagande att oljepri- serna kommer att öka med ca 12% (2% + 10%) per år i löpande värden. Det är således viktigt att klart specificera dels i vilket års



penningvärde som en viss prognos är gjord. dels om den avser reala eller nominella värden.

Som tidshorisont föreslår vi att 20 år används i normalfallet. En viss anpassning kan få göras beroende på anläggningarnas förväntade ekonomiska livslängd. Ett terminalkapital eller restvärde skall avräknas från kostnaderna i de fall som den ekonomiska livslängden överstiger tidshorisonten. Vad gäller valutakurser föreslår vi att förväntade kurser används. I många fall kan rådande kurser vara en god proxy för förväntade kurser.

En kontinuerlig uppdatering av valda förutsättningar bör göras så snart som förändringar i förväntningarna ger anledning till detta. Exempelvis kan förväntningarna om oljeprisernas årliga ökningstakt ändras, liksom kostnadsbilden och livslängdsantaganden för nya energislag. Först då de nya förväntningarna bedöms rimliga av flera oberoende experter bör antagandena för kalkylerna revideras.

#### 5.4 Val av kalkylränta

Det är vanskligt att ange exakt vilken kalkylränta för samhället som skall användas. En kalkylränta på 4% föreslogs för energiområdet år 1978 på grundval av en undersökning om genomsnittlig expostavkastning för finansiella placeringar under senare tid; se Ståhl (1978). Att basera valet av kalkylränta enbart på ex post-avkastningen är dock otillfredsställande. Studiet av företags reala krav på avkastning ex ante på marginalen från investerat kapital visar genomgående på högre tal. Inom den offentliga sektorn har 8%-s real kalkylränta en längre tid tillämpats inom vägsektorn. I övrigt ligger den i intervallet 5-10% utanför energiområdet.

Även utomlands ligger den på administrativ väg fastställda kalkylräntan för offentliga investeringar högre än 4%; se Rapp-Selmer (1979). Exempelvis har Norge 7%, Frankrike 9% och USA 10%.

Flera experter i Sverige har under senare tid kritiserat övergången till 4%-s kalkylränta som ett förhastat beslut. Exempelvis föreslår L. Hjalmarsson (1980) 6-8%, K-G Mäler (1980) 6%. De menar att kalkylräntan skall återspegla både avkastningen i näringslivet samt individer-

nas tidspreferensränta. P. Bohm har en liknande syn. Han menar att man skall försöka beräkna samtliga faktiska undanträngningskostnader när det finns möjligheter till detta. Om en speciell räntesats erfordras bör minst 6 % tillämpas enligt Bohm, men han är kanske böjd att som ett huvudfall använda 8% (1981). Hagen och Sandmo (1983) visar formellt att det är den viktade modellen som bör användas för bestämning av kalkylränta, dvs en viktning av undanträngd konsumtion och investering. De vill också beakta möjligheten att man kan finansiera investeringar med utländska lån. Den viktade kalkylräntan de härleder återspeglar också kostnaden för sådana lån. Slutligen har Bruzelius (1983) rekommenderat 6%-s kalkylränta, i vilken han dock också inkluderar en osäkerhetskostnad, till skillnad från de tidigare nämnda experterna.

Inom Energiforskningsnämnden (EFN) har man under senare tid också stannat för att rekommendera en tillämpning av 6%-s real kalkylränta (1983). Det är högst angeläget att man kan få till stånd en korrekt vald enhetlig kalkylränta som tillämpas av alla FoU-projekt (i princip för alla offentliga projekt). Nivån på denna är fortfarande en omdiskuterad fråga. Emellertid vill vi här ansluta oss till flera experters och EFN:s rekommendation om 6%-s real kalkylränta för huvudkalkylen. Vi vill påpeka att diskontering i privat-, företags- eller organisationsekonomiska kalkyler kan av olika skäl komma att ske till räntor som inte är aktuella att använda vid en samhällsekonomisk bedömning.

### 5.5 Intäktsposter

I detta avsnitt om intäktsposter liksom i de följande om kostnadsposter förs diskussionen dels som om det inte förekom några skatter, dels som om det inte fanns någon osäkerhet. Dessa synnerligen orealistiska antaganden görs till vidare enbart av pedagogiska skäl, dvs för att förenkla framställningen. I de avslutande avsnitten i detta kapitel skall vi emellertid diskutera hur förekomst av såväl skatter som osäkerhet skall behandlas.

Ett energiprojekt kan ge intäkter dels i form av nytillskott av producerad och distribuerad el eller värme, drivmedel eller lägre kostnader för ersättande råvaror samt i form av mindre förbrukning av dessa varor. Projekt kan också ge "intäkter" i form av minskad miljöförstöring, lägre sårbarhet etc. Dessa "intäkter" behandlas dock som minskade kostnader i förhållande till alternativen och behandlas därför i följande avsnitt.

a) Intäkter för el

Elproduktion skall värderas efter användarnas betalningsvilja om det är fråga om nettotillskott.

Intäkterna för produktion och distribution av el betingas givetvis av hur eltaxorna är utformade. Om el såldes på en marknad som uppfyller förutsättningarna för effektivitet, skulle priset bestämmas vid jämvikt, d v s i det läge där efterfrågan är lika med utbudet. I ett kilowattimmen lika med producentens marginalkostnad för tillförseln. Om man hade en eltaxa som medförde denna form av jämvikt i alla tidpunkter trots variationer i efterfrågenivån skulle man kunna använda denna som mått på värden av nettotillskott från energiprojekt vid olika tidpunkter.

Nu existerar det på elområdet faktiskt en sådan välfungerande marknad, nämligen den s k kraftbörsen. Priset för de kraftföretag som har tillgång till denna marknad anpassas nästan momentant efter variationerna i de rörliga kostnaderna. I den s k samkörningen mellan kraftproducenter inom Norden sker ett elenergiutbyte till priser som är baserade på kortsiktiga marginalkostnader, som varierar från timme till timme. Detta utbyte ingår dock "endast" som ett led i minimeringen av kraftbolagens totala kostnader för elenergiproduktion. Dessa elpriser är sålunda inte tillgängliga för elkonsumenterna. Elpriserna för högspänd el, dvs till större kunder, varierar i viss utsträckning, efter de för leverantören relevanta kortsiktiga marginalkostnaderna. Emellertid har de variationer i priset som förekommit varit otillräckliga. Samtidigt har inte alla samhällsekonomiskt relevanta kostnader inkluderats i priset, t ex kostnader för bristsituationer, miljö- och hälsorisker, risker för avbrott i leveranser etc. Priserna för lågspänd el, åtminstone för leveranserna till vanliga hushåll, har satts oberoende av variationerna i kostnader mellan olika år, under året och dygnet. Detta innebär att vanliga kunder inte getts tillräckliga ekonomiska incitament att förskjuta sin elförbrukning från perioder med toppbelastning så snart de har möjlighet därtill. Kunderna anpassar nämligen sin efterfrågan till de taxor som faktiskt kommer att tas ut nu och i framtiden.

Emellertid är elbranschen f n på väg mot att införa mer effektivitetsfrämjande taxor. Detta gäller för såväl högspänd som lågspänd el.

Bl a syftar man till att för lågspänd el erbjuda tidsdifferentierade priser, högre på vintern, lägre på sommaren i stället för de enhetliga priser året runt som hittills tillämpats. Om denna planerade taxerevision förverkligas, kommer elpriserna i framtiden att vara ett betydligt bättre mått på värdet av nytillskott i elproduktionen än hittills. Emellertid kvarstår som en brist att marginalkostnaderna vid distributionen av el fortfarande är dåligt representerade i avgifterna.

Om ett projekt ersätter annan elproduktion eller distribution, utgörs intäkten av inbesparingar av de kostnader som den ersatta produktionen eller distributionen annars medfört. Dessa utgörs av de rörliga kostnaderna för produktion och distribution samt årliga underhållskostnader för att hålla anläggningarna i skick. Utgifter för investeringarna som en gång togs för redan existerande anläggningar räknas naturligtvis inte med. I den mån den redan existerande anläggningen förs till en produktionsreserv, tillkommer ett värde t.f.a. minskad risk för elbrist.

Vid beräkning av värdet av nettotillskott såväl som inbesparingar vid ersättande produktion och distribution är det väsentligt att beakta de möjligheter som är förknippade med olika tekniker för att anpassa produktionen till variationer i efterfrågan. Exempelvis kan produktionen i vattenkraftverk i stor utsträckning anpassas efter sådana variationer till skillnad från produktionen i kärnkraftverk. Skillnaderna i kostnader mellan dessa båda produktionstekniker ger därför ett otillräckligt mått på nettovärdet mellan dem. Hur skall man då uppskatta denna fördel med en produktion av el i vattenkraftprojekt till skillnad från i ett projekt med kärnkraftverk? Låt oss illustrera detta med ett fiktivt räkneexempel. Antag att värdet för en kilowattimme el från ett kärnkraftverk är 20 öre/kWh för ett visst framtida år efter en för året genomsnittlig värdesättning. Därvid antas sommarperioden omfatta den ena halvan av året och vinterperioden den andra halvan. Vidare görs följande antaganden om värdet av den framtida vattenkraften såväl som el från vilken annan produktionsteknik som helst.

Värde av el vintertid: 30 öre/kWh

Värde av el sommartid: 10 öre/kWh

Förväntad fördelning av produktion från vattenkraftprojektet:

Vintertid: 80 %

Sommartid: 20 %

$$\begin{aligned} \text{Viktat värde på vattenkraft: } & 30 \text{ öre/kWh} \times 80 \% + 10 \text{ öre/kWh} \times 20 \% = \\ & = \underline{26 \text{ öre/kWh}} \end{aligned}$$

Genom ett på så sätt viktat värde kan också vattenkraftens fördelar beaktas. Värdet av sådana fördelar skall givetvis adderas till de kostnadsfördelar som ett vattenkraftprojekt i övrigt kan innebära i jämförelse med alternativa produktionstekniker.

#### b) Intäkter för värme

Värmeleveranser skall på liknande sätt värderas efter användarens betalningsvilja. Etablerade värmesatser för t ex fjärrvärme kan i vissa fall användas som ett mått på intäkterna, om de ger uttryck för korrekta alternativa kostnader för värmeförsörjning. I annat fall får en särskild beräkning göras utifrån faktiska kostnader och fördelar på samma sätt som kan gälla vid elproduktion enligt vad som beskrivits ovan.

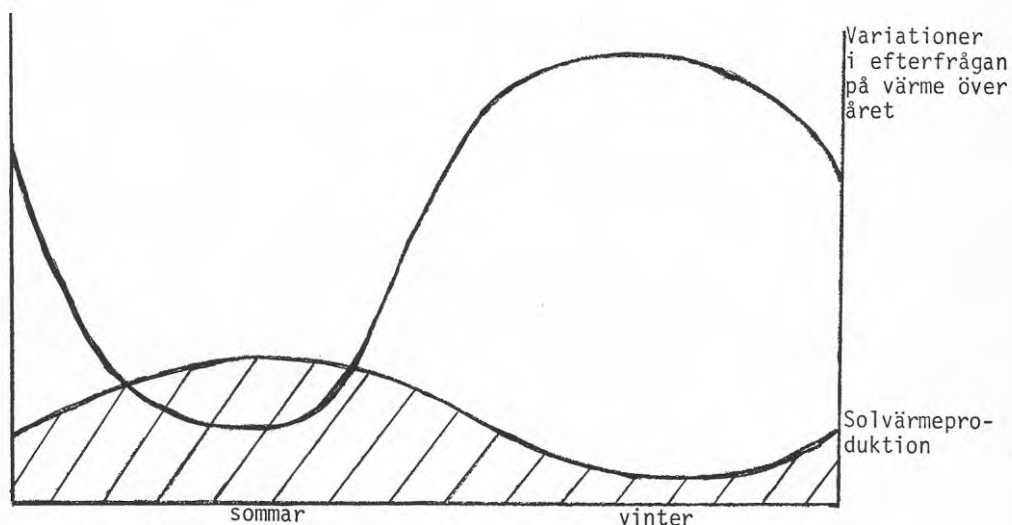
Vid en jämförelse mellan olika tekniker för att producera värme räcker det givetvis inte heller att enbart jämföra kostnaderna. Man måste också beräkna vilka värdeskillnader som kan finnas, exempelvis beroende på under vilka perioder som huvuddelen av produktionen väntas inträffa. Hittills har man tillämpat enhetliga elpriser året runt. Efterfrågan av el såväl vintertid som sommartid kommer att ändras vid en prisdifferentiering: efterfrågan på el blir mindre under vintern men större under sommaren jämfört med hur det blir vid enhetliga priser. Detta måste givetvis också beaktas när man beräknar värdeskillnaderna för konsumenterna av de båda prissättningsprinciperna. En prisdifferentiering är mera i linje med en samhällsekonomiskt motiverad prissättning på el. En sådan kommer också högst sannolikt att bli genomförd inom en relativt snar framtid.

Låt oss illustrera betydelsen av att räkna efter enhetliga respektive efter mer kostnadsanpassade säsongsdifferentierade elpriser med ett konkret exempel. Vi väljer då att jämföra solvärme med elvärme efter olika antaganden om elpriser.

Hittills har man tillämpat enhetliga priser året runt, oberoende av variationer i marginalkostnaderna. Antag att det enhetliga priset på lågspänd el är 24 öre/kWh. Det blir lönsamt för konsumenterna att installera

solvärme, om dess totala kostnad utslagen per kWh understiger detta pris plus skillnaden i fasta avgifter för el (också fördelade på beräknat antal kWh) förutsatt att elvärme är bästa alternativa värmeteknik.

Låt oss nu i stället anta att tidsdifferentierade priser på lågspänd el kommer att införas, 35 öre/kWh vintertid och 14 öre/kWh sommartid. Större delen av solvärmens produceras sommartid då solinstrålning är hög.



Figur 2. Variationer över året i efterfrågan på värme samt i solvärmeproduktion.

Under sommarmånaderna blir därför värdet på solvärmens lägre, vilket kommer till uttryck i de ovan tidsdifferentierade elpriserna; se också figur 2.

Viktat pris på solvärme utifrån alternativkostnaden given av de tidsdifferentierade elpriserna:  $14 \text{ öre/kWh} \times 0,9 + 35 \text{ öre/kWh} \times 0,1 = 12,6 + 3,5 = \underline{16 \text{ öre/kWh}}$ .

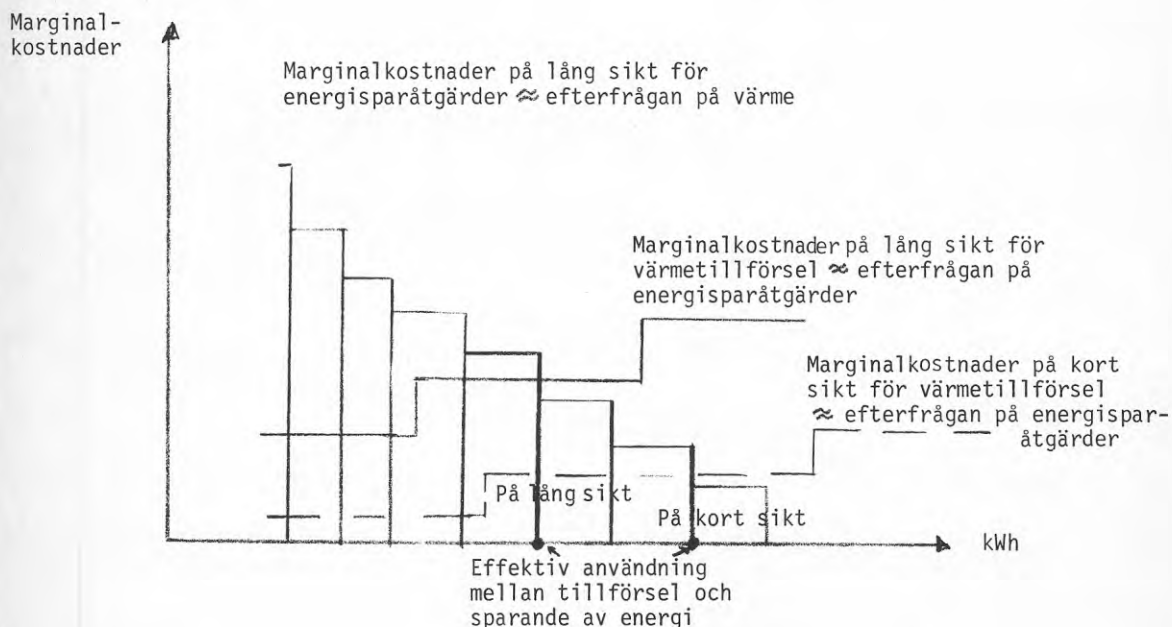
I detta fiktiva fall blir vägt pris för konsumenterna av att installera solvärme  $24 - 16 = 8$  öre/kWh lägre än i fallet med enhetliga elpriser. En prisdifferentiering är mera i linje med en samhällsekonomiskt motiverad prissättning på el. En sådan håller också på att genomföras i flera kommuner. Slutsatsen blir därför att solvärmens konkurrenskraft sommartid under de närmaste 5-10 åren blir tveksam. Den kan bli mera gynnsam under 90-talet om teknikutvecklingen på området fortsätter och elpriserna stiger.

Man kan sålunda komma att dra felaktiga slutsatser om alternativa produktionsteknikers konkurrenskraft, om man inte tar hänsyn till de priser som förväntas gälla vid de tidpunkter då energin tas i anspråk av konsumenterna. Man kan riskera t.ex. att överskatta värdet av passiv solvärme. Detta innebär dock samtidigt att användning av olika slags lagringstekniker i samma mån kommer att gynnas vid en användning av viktade värden och få bättre framtidsutsikter; se diskussionen i kapitel 8.

#### c) Intäkter för värme- och sparobjekt

Ett hushålls eller företags efterfrågan på energi för uppvärmning bestäms i stor utsträckning av vilka olika möjligheter att spara energi som står till buds. Dessa möjligheter kan rangordnas efter sina marginalkostnader. Det kostar successivt alltmer att spara ytterligare en kWh värme genom olika åtgärder. Givet att en bestämd inomhustemperatur skall åstadkommas, kan efterfrågan för värme approximeras med successivt ökade marginalkostnader för sparåtgärder (se figur 5.2). De samhällsekonomiska intäkterna av värmeförsörjningsprojekt kan då approximativt skattas med kännedom om dessa kostnader för energisparåtgärder.

De samhällsekonomiska intäkterna av projekt som avser olika energisparåtgärder kan på ett liknande sätt skattas utifrån kännedom om kostnader för värmeförsörjning. Givet fortfarande att man vill åstadkomma en viss inomhustemperatur bestäms nämligen betalningsviljan för energisparåtgärden i stor utsträckning av kostnaderna för värmeförsörjning (se figur 5.2).



Figur 5.2 Samhällsekonomiska intäkter av värmeförsörjning- och energisparprojekt

Härigenom kan man avgöra vad som är en effektiv avvägning mellan värmeförsörjning och energisparande. Denna blir dock olika, beroende på om projekten avser en kommun som t ex har ett redan utbyggt fjärrvärmeverk eller inte. Om det redan finns ett fjärrvärmeverk, blir alternativkostnaden låg (jfr streckad linje i figur 5.2). Det blir då inte lika lönsamt att satsa på energisparåtgärder som om det inte finns ett redan utbyggt värmesystem.



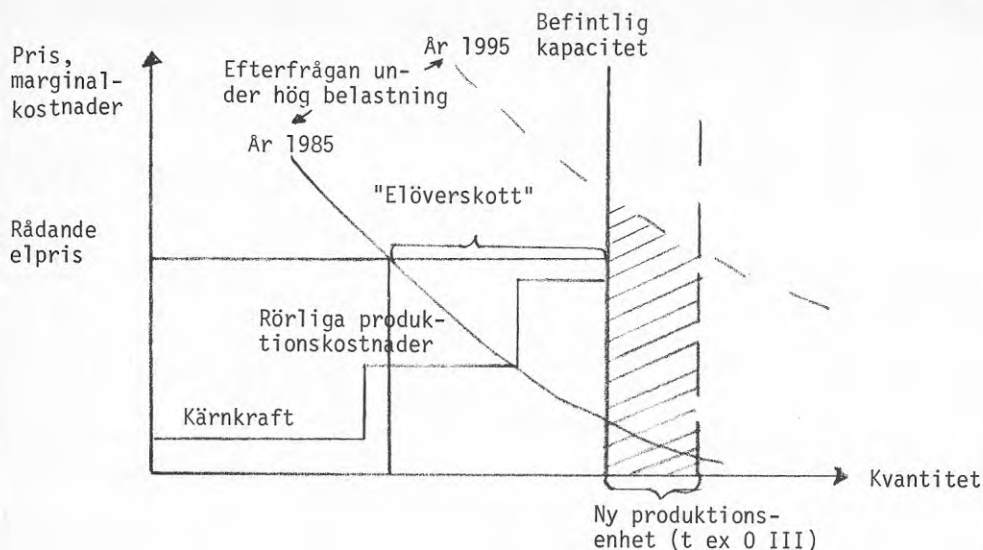
d) Intäkter för produktion av energiråvaror

Antag att ett projekt avser ersättning av importerade energiråvaror t ex projekt avseende biomassa, torv, sopor etc. Värdet av sådan produktion bestäms då enligt förväntade världsmarknadspriser eller enligt priser i långtidskontrakt för de råvaror som är bästa alternativet. Man får därvid utgå från bästa tillgängliga prisprognoser för berörda varor.

e) Intäkter för stora, odelbara projekt

I vissa fall kan en kapacitetsförändring komma att ske i stora, odelbara steg. En sådan kapacitetsförändring kan leda till att priset i jämvikt, dvs då efterfrågan är lika med utbudet, ändras. Den marginella betalningsviljan i utgångsläget, dvs priset i utgångsläget ger då inte tillräcklig information om investeringens samhälls-ekonomiska värde. De samhällsekonomiska intäkterna kan komma att över-skattas, om detta värde används för hela intervallet. Att istället värdera efter slutpris ger å andra sidan en underskattning av värdet. En värdering enligt ett medelvärde blir då bättre än något av dessa priser.

Man bör prognostisera och skatta efterfrågan för varje period. Låt oss som en liten exkurs illustrera betydelsen av detta utifrån ett exempel. Värdet på eltillskott från ytterligare kapacitetsutbyggnader blir lågt i relation till det gällande elpriset. Men efterfrågan på el kan förväntas öka över tiden. Därigenom tenderar också elöverskottet att försvinna med tiden, om inte ytterligare kapacitetstillskott kommer till. Vid en senare tidpunkt blir därför värdet för ny produktionskapacitet högre. Värdeökningen illustreras i figur 5.3 genom den streckade ytan under efterfrågekurvan för år 1995.



Figur 5.3: Värdet av nytillskott från stora, odelbara produktionsanläggningar vid olika tidpunkter

Emellertid kan sådana nya anläggningar också användas för att ersätta t ex kostsamma äldre oljekondensverk. Om de totala kostnaderna för de nya ersättande verken understiger de rörliga kostnaderna för de befintliga äldre verken är en sådan investering lönsam. Därefter kvarstår det att avgöra när den skall göras i enlighet med det kriterium som presenterats ovan i kapitel 4.

### 5.6 Vissa kostnadsposter

I detta avsnitt skall vissa kostnadsposter kortfattat behandlas nämligen följande: arbetskraftskostnader, kostnader för maskiner, mark, kapital, övrigt. Övriga kostnadsposter såsom kostnader för energiråvaror, miljökostnader, effekter på sårbarhet behandlas i separata efterföljande avsnitt liksom behandlingen av skatter.

a) Arbetskostnader skall normalt tas upp till faktiska belopp i FoU-projekt. Dessa lönekostnadsbelopp (inkl sociala avgifter) ger då uttryck för värdet av arbetskraften i aktuell alternativ användning. Undantag kan utgöra demonstrationsanläggningar i situationer med

utbredd arbetslöshet eller på orter med lokal arbetslöshet. I sådana fall ger de nominella lönekostnaderna en överskattning av den samhälls-ekonomiska kostnaden för arbetskraften. Man bör då i varje särskilt fall söka beräkna den berörda arbetskraftens alternativa sysselsättning eller om sådan saknas den lägsta lön vid vilken sysselsättning i projektet föredras framför fortsatt arbetslöshet. En sådan sänkning av kostnaden för arbetskraften under avtalsenliga löner bör dock gälla endast en kortare period till dess annan sysselsättning kommit till stånd eller att flyttning från orten sker. Korrektionen kan vara ansevärd under ett anläggningsskede. Man bör också beakta multiplikatoreffekter, d v s inte endast direkta utan också indirekta sysselsättningseffekter i underleverantörsled och servicenäringar inom regionen. Beräkningarna måste göras med anpassningar till varje projekts faktiska och starkt varierande förutsättningar. Normalfallet i FoU-projekt är dock att räkna med faktiska lönebelopp utan korrektioner.

b) Kostnader för material, maskiner, mark och anläggningar av olika slag skall normalt tas upp till faktiska marknadsmässiga belopp. Vid beräkning av t ex markkostnader skall man utgå från aktuellt och prognostiserat värde i alternativt utnyttjande. Man skall sålunda inte vid beräkning av markkostnad utgå från det pris till vilket mark en gång anskaffades. Vid anläggningar bör man inte försumma att beräkna räntekostnader för beräknad byggtid.

c) Om projektet är så stort att kostnaderna per enhet påverkas av projektet skall kostnadsposterna behandlas analogt med vad som i avsnitt 5.5 föreslagits angående intäktsposter.

#### 5.7 Kostnader för energiråvaror

För energiråvaror som olja, kol och uran skall den förväntade prisutvecklingen på världsmarknaden (ej enbart den nuvarande prisnivån) ligga till grund för beräkningen av kostnaderna. En god utväg är att utgå

från ett antal auktoritativa prisprognoser samt att välja medelvärden av dessa. Statens energiverk kan lämpligen ges i uppdrag att utforma sådana prisprognoser vilka kontinuerligt uppdateras, dvs för varje år. Dessa kan man sedan använda som ett enhetligt underlag för kalkyler. Vedråvarans värde bestäms också ytterst genom prisutvecklingen på världsmarknaden för massa och papper minus transportkostnaderna. Men under senare tid har konkurrensen om vedråvaran hårdnat genom den ökade efterfrågan från värmemarknaden i takt med de ökade oljepriserna. Frågan har rests i vilken utsträckning som vedråvaran skall sågas, kokas eller brännas.

Representanter för den exportinriktade massa- och pappersindustrin har hävdat att skogsråvaran i första hand bör förbehållas de branscher som kan tjäna in exportvaluta. Å andra sidan förekommer det precis motsatta synpunkter: inhemskt energiförsörjning genom användning av vedråvara leder till att man sparar in på oljeimporten och därigenom på valuta för import. Som kommer att framgå av avsnitt 5.11 är dessa argument om positiva effekter på handelsbalansen inte av relevans i en samhällsekonomisk kalkyl. Vedråvaran bör användas i den bransch som kan visa upp den högsta betalningsviljan för den. Om vedråvaran skall kokas snarare än brännas, gäller det för den exportinriktade industrin att visa att den kan betala ett högre pris än värmemarknaden. Om oljepriserna stiger över tiden blir fliseldning alltmer konkurrenskraftig, allt annat lika. Samtidigt kommer utbudet på vedråvara att öka, det blir mer lönsamt att ta tillvara trädrester som stubbar, toppar etc.

### 5.8 Kostnader för el och fjärrvärme

Som redan diskuterats i avsnitt 5.5 speglar elpriserna i Sverige i dagsläget inte på ett korrekt sätt de samhällsekonomiska kostnaderna för att producera och distribuera el. Detta betyder att de administrativt satta elpriserna har brister som mått på de samhällsekonomiska kostnaderna för el som en insatsvara. Hur stora dessa avvikelser blir beror i hög grad på efterfrågans tidslokalisering. Om den är koncentrerad till höglast och/eller låglasttid blir avvikelserna större än vid en normalförbrukningsprofil. Emellertid är elbranschen för närvarande på väg mot att införa mer effektivitetsbefrämjande taxor än vad man haft tidigare. Flera av Svenska Elverksföreningens medlemmar har redan övergått till att erbjuda sådana säsongsdifferentierade priser på låg-

spänd el. Vår bedömning blir därför att en sådan differentiering högst sannolikt kommer att genomföras vid flertalet elverk i landet inom en relativt snar framtid. Som ett vägledande exempel kan nämnas att Svenska Elverksföreningen (år 1985) bedömer 14 öre/kWh sommartid och 35 öre/kWh vintertid som troliga framtida energipriser (exkl elskatt) fram till 1990-95. Man bedömer att taxenivån för el troligen kommer att höjas ganska kraftigt fr o m år 1995. Efter det att ensådan taxerevision genomförts kommer eltaxan att betydligt bättre än vad nu är fallet spegla de verkliga samhällsekonomiska kostnaderna för elproduktion och -distribution. En sådan taxerevision är givetvis rekommendabel med tanke på att kunderna i sin efterfrågan givetvis anpassar sig till de taxor som faktiskt tas ut.

Fjärrvärm taxorna varierar kraftigt från ort till ort. Därför är det inte möjligt att här presentera någon enhetlig prognos för dessa, utan de måste bedömas i varje särskilt fall. Dessa taxor har i många fall liknande brister som eltaxorna som mått på de samhällsekonomiska kostnaderna. Emellertid har Svenska Värmeverksföreningen rekommenderat sina medlemmar att övergå till mer effektivitetsanpassade taxor. Som ett led i detta kan säsongsdifferentierade taxor komma att införas för framtiden i likhet med vad som bedöms blir fallet för eltaxorna. I dagsläget tillämpar dock endast ett fåtal värmeverk tidsdifferentierade taxor. Nedan redovisas två exempel på orter där detta redan görs.

Energiavgifter för fjärrvärme

	<u>Uppsala</u>	<u>Södertälje</u>
Sépt-maj	22 öre/kWh	18 öre/kWh
Juni-aug	4,3 öre/kWh	9 öre/kWh

I orter där koleldning införs, kommer energiavgifterna troligtvis att bli avsevärt lägre vintertid än vad som angivits ovan.

Utöver dessa priser tillkommer fasta avgifter (med indextillägg). Energiavgifterna svarar vanligen för ca 60-75 % av abonnentens kostnad för fjärrvärme. Det är väsentligt att beakta prognoser över de lokalt tillämpade fjärrvärm taxorna i projektkalkylerna.

### 5.9 Miljökostnader

Av grundläggande betydelse är hur man kan definiera en samhällsekonomiskt effektiv belastning på hälsa och miljö. I vissa fall kan den samhällsekonomiskt bästa lösningen på problem med utsläpp vara att dessa helt bringas att upphöra. I andra fall är det ett alltför dyrbart sätt att använda samhällets resurser. Vad som bestämmer en effektiv skadenivå är förhållandet mellan två olika slags kostnader, nämligen

des kostnader för de förväntade skador som uppkommer p g a utsläpp, om samhället inte vidtar motåtgärder

des kostnader för åtgärder som syftar till att reducera förväntade skadeverkningar till minsta resursupppoffring.

Kostnader för vissa bestämda åtgärder är vanligen relativt enkla att uppskatta. Svårare är det att uppskatta kostnader för förväntade skador; osäkerheten är här vanligen stor. Emellertid är värderingsgrunden för en uppskattning av skador i en samhällsekonomisk utvärdering densamma som för de på marknaden prissatta nyttigheterna, nämligen individernas betalningsvilja för att slippa den.

Om effektiva motåtgärder skall vidtas mot effekter på miljö och hälsa, skall kostnaderna för dessa beräknas och inkluderas. Exempelvis kan samhället stipulera en norm för maximala svavelutsläpp. För att uppfylla ett sådant krav kan företagen helt enkelt välja att övergå till att köpa och förbränna oljor med en lägre svavelhalt. Prisskillnaden mellan oljorna med olika svavelhalt ger då ett mått på kostnaden för att åstadkomma denna miljöförbättring. Alternativt kan man uppskatta kostnaden för avsvavling för att uppnå motsvarande reduktion i utsläppen. Den metod som ger lägst kostnad för att uppnå samma reduktion i skadenivån skall givetvis tillgripas. Man kan inte utesluta att det i vissa fall blir billigare att motverka försurningen, t ex att kalka sjöar i stället för att reducera utsläppen. I många fall kan dock någon slags kombination av olika åtgärder vara effektiv.

Om man inte direkt vidtar några motåtgärder, skall försök göras att beräkna approximativa värden för skadorna på miljön. För materiella skador och produktionsbortfall kan man ofta använda marknadsvärden i de fall som radikalt ändrar produktionsförutsättningarna. Detta gäller t ex skador på fauna, flora och naturresurser, skador på skogstillväxten vid

förorenande utsläpp, skador på fiskbestånd och fiskemöjligheter vid älvutbyggnader liksom skador på renbetesland. Skador på materiel, såsom korrosion etc är relativt enkla att värdera. De stora problemen ligger närmast i att korrekt kvantifiera dem. Eftersom osäkerheten i många fall kan vara stor om samband mellan utsläpp och skada, blir det svårt för den som är ansvarig för utsläppen att bli enig om skadornas omfattning med den som drabbas.

Hur skall man då värdera lidande och sorg vid skador på hälsa. Hur skall rekreationsförluster vid skador på fauna, flora och naturresurser i övrigt värderas? Det kan vara svårt och i vissa fall omöjligt att uppskatta värdet av sådana skador och få en uppfattning om dessa effekters vikt och betydelse i förhållande till varandra och till andra effekter. Det föreligger inte ännu några standardmoseller för hur man skall värdera sådana effekter. I sådana fall måste huvudprincipen bli att särredovisa effekterna utan försök till värdering.

#### 5.10 Effekter på sårbarhet

Leveransosäkerheten vad gäller import av olja och andra energivaror är ett ytterligare problem att bedöma. Samhällsekonomiskt innebär detta att risktagandet är större för sådana t ex oljebaserade energiförsörjningsalternativ än för inhemska. Importförsörjning innebär med andra ord större risker för inhemsk försörjning, om inte en omedelbar konvertering från den ena till den andra är möjlig. Denna sårbarhet innebär då en merkostnad även för enskilda företag. Men leveransstörningar kan vara av betydelse i ett vidare sammanhang som inte beaktas i en företagsekonomisk kalkyl. I så fall skall projektet påföras en samhällsekonomisk merkostnad för sådana effekter. Om man vidtar effektiva åtgärder med anledning av projektet, t ex ökad oljelagring eller utökad substituerbarhet mellan olika energiformer i befintliga anläggningar skall kostnaderna härför belasta projektet. Om man inte vidtar några särskilda åtgärder för att reducera riskerna med importförsörjning, så blir merkostnaden i princip lika med kostnaden för effekter om störningen inträffar multiplicerat med risken för att störningen kan inträffa.

Frågan är om beredskapsavgifter som nu belastar ett projekt är ett bra mått på kostnaderna för ett importberoende. Dessa avgifter är finansiellt bestämda och kan avvika från de samhällsekonomiska kostnaderna för importstörningar och utgör därför inte generellt ett bra mått.

Inhemska energikällor har en fördel framför importerade genom sina vanligen lägre risker för leveransstörningar. Man skall dock undvika att påföra sådana projekt en pluspost härför eftersom man redan bokfört störningsposter som en kostnad för importerade bränslen i jämförelsealternativen. Om importberoende räknas som en nackdel samtidigt som inhemsk försörjning räknas som en fördel finns det risker för att dubbelkorrigeringar kan uppkomma.

Slutligen kan det förekomma väsentliga skillnader i risker för leveransstörningar mellan olika inhemska försörjningsalternativ. Eluppvärmning är - även om den vore helt baserad på inhemska energikällor vilket ju knappast är fallet - mer sårbar för leveransstörningar i produktion och distribution fram till konsumenterna än vad t ex en solvärmebaserad uppvärmning är. Elvärmen bygger på att ett relativt centraliserat inbördes starkt beroende elproduktions- och eldistributionssystem skall fungera. Solvärmens däremot baseras på ett decentraliserat system av ett stort antal av varandra oberoende produktionsenheter väl integrerade med resp konsumtionsenhet. Elvärmealtenrativet bör sålunda påföras en viss kostnad för sårbarhet för leveransstörningar i jämförelse med solvärmealternativet. Solvärmens tillgänglighet är emellertid också osäker, någon form av kompletterande lagring kan vara nödvändig.

#### 5.11 Effekter på handelsbalansen

Har projekt som leder till en ökad export eller till en ersättning av import ett särskilt samhällsekonomiskt värde i form av positiva effekter på landets handelsbalans? Skall sålunda FoU-projekt som väntas leda till en ökad export eller ersättning av import ges en extra pluspost för sådana effekter?

Som diskuterades i föregående avsnitt finns det anledning att påföra projekt som innebär ett importberoende med ty åtföljande risker för leveransstörningar en kostnadspost.

Frågan om kostnader för risker för leveransstörningar skall dock inte blandas ihop med den inledande frågan huruvida man skall räkna med en intäktspost för positiva effekter på handelsbalansen som vi nu skall övergå till att utreda.



På lång sikt måste Sverige få till stånd valutakurser som ger jämvikt på valutamarknaden. Detta är detsamma som balans mellan import och export på lång sikt. Ett enskilt projekt kan normalt inte medföra någon nämnvärd justering av jämviktskursen; det skall därför bedömas utifrån förväntade långsiktiga valutakurser.

Ett projekt som medför ökad export eller ersättning av import skall sålunda inte tillmätas någon extra pluspost för positiva effekter på handelsbalansen. Det är projektets lönsamhet, inte dess eventuella effekter på handelsbalansen som skall avgöra dess vara eller icke vara.

På kort sikt kan situationen dock vara en annan. Det kan då vara en poäng att välja projekt som snabbt kan dämpa tillfälliga importöverskott genom minskad import eller ökad export. Emellertid kan FoU-projekt inte väntas ge sådana snabbt verkande effekter. FoU-projekt kan nämligen förväntas ge resultat först efter en lång investeringsperiod. Det är oftast omöjligt att förutse hur situationen vad gäller betalningsbalansen ser ut i denna avlägsna framtid. Det finns således ingen anledning att för FoU-projekt räkna med någon pluspost för sådana effekter.

#### 5.12 Behandling av skatter

Någon enhetlig behandling av skatter är inte möjlig. Först diskuteras här skatters behandling på intäktssidan, sedan på kostnadssidan.

Moms, löneskatter, sociala avgifter, arbetsgivaravgifter och energiskatter (t ex elskatter och bensinskatter) ingår som en del av konsumenternas betalningsvilja. De skall därför normalt räknas med på intäktssidan i en samhällsekonomisk kalkyl.

Indirekta skatter såsom moms, löneskatter och sociala avgifter och arbetsgivaravgifter skall medräknas i kostnadsposter, då den använda resursen har en alternativ användning till gällande pris, annars inte. Energislag såsom olja saknar moms men påföres istället en särskild energiskatt. En sådan skatt kan i princip vara högre eller lägre än momsens. Av bl a det skälet kan effekterna på statens budget bli olika beroende på vilket uppvärmningsalternativ de facto som väljes, t ex oljeeldning eller solvärme. Om valet av ett alternativ, t ex oljeeldning, leder till en lägre skatteintäkt än alternativet, t ex solvärme, utgör detta en kostnad för detta projektalternativ i en samhällsekonomisk kalkyl, som inte kommer med i den företagsekonomiska.

Om de olika uppvärmningsformerna har betydande externa effekter såsom skadeeffekter på hälsa och miljö bör dessa effekter behandlas separat. Om det förekommer separata energiskatter som syftar till att korrigera marknadspriser för sådana externa effekter, kommer marknadspriserna inklusive sådana skatter att kunna användas som ett mått på den samhällsekonomiska kostnaden. Om beredskapsavgifterna på olja och bensin kan anses vara ett bra mått på de marginella riskerna för sårbarhet, medräknas avgiften som en kostnad. I annat fall måste försök göras att beräkna kostnader för effekter på hälsa och miljö och sårbarhet direkt, vilka påföres kalkylen. Därvid borträknas givetvis dessa energiskatter för att undvika dubbelräkning.

Skatt på fast egendom, t ex den kommunala garantibeskattningen, är inte uttryck för en real uppoffring utan en transferering från ägare till resp kommun. Denna post skall därför inte medräknas i en samhälls-ekonomisk kalkyl.

### 5.13 Osäkerhetens behandling

När det gäller att ringa in den osäkerhet som finns för intäkts- och kostnadsposterna givet att projektet lyckas rent tekniskt är känslighetsanalys den vanliga metoden. I vissa fall finns det möjligheter att utnyttja information om en sannolikhetsfördelning med spridning kring ett förväntat medelvärde. Men vanligen innebär en känslighetsanalys att man laborerar med ett intervall mellan en "pessimistisk" och en "optimistisk" uppskattning av värden för tyngre vägande, osäkra poster. Projektvärdets känslighet för sådana variationer prövas exempelvis för 4 % och 8 % kalkylränta om 6 % har valts för huvudkalkylen. Därvid kan bl a så kallade brytpunkter fastställas. Exempelvis kan man pröva vilken ökningstakt i oljepris-, elpris- eller kolprisutvecklingen som krävs för att ändra rangordningen mellan projektet ifråga och bästa jämförelsealternativ.

När flera osäkra poster förekommer och de i huvudsak är oberoende av varandra, kan värderingen ibland göras med hjälp av förväntat värde för varje post. Skälet till detta är att avvikelsernas effekt på projektet tenderar att neutralisera varandra.

I många fall kan man dock inte utgå från att förutsättningarna för normalfördelning gäller, dvs att man har ett relativt stort antal faktorer vars osäkerhet jämnas ut dem emellan. Detta gäller i synnerhet vid större odelbara och icke omvändbara projekt. Då bör man beakta osäkerheten i form av tillägg för riskkostnader.

Det faktum att osäkerheten är större för FoU-projekt med konventionell teknik måste särskilt beaktas. Det ligger ju i sakens natur att man inte har så stor erfarenhet av t ex ekonomiska livslängder för nya produkter. I ansökningar om forskningsanslag är emellertid val av alltför optimistiska antaganden på dessa punkter ganska vanligt förekommande. Därför är det extra angeläget att dessa antaganden nagelfares extra noggrant av oberoende experter.

En snabb utbyggnad av stora, varaktig irriversibla investeringar kan också innebära risker för merkostnader vid osäkerhet om den framtida efterfrågeutvecklingen. I sådana fall kan det finnas anledning att göra ett kostnadstillägg för sådana risker. Detta kan bl a gälla projekt som leder till effekter på miljön som är mer eller mindre irreversibla, dvs ger en inverkan som är omöjlig, eller åtminstone dyr och tidskrävande, att återställa. Exempel på detta är vattenkraftsutbyggnad där karaktären av stora områden förändras påtagligt. Om projektet genomförs, utestängs alla från att utnyttja de försvunna miljöresursernas tjänster för all framtid. Om projektet inte genomförs, har man valfrihet (option) kvar.

## KAPITEL 6. FoU-PROJEKT - OSAKRA INVESTERINGAR

Så långt har vi behandlat kalkyler för framför allt vanligt förekommande investeringar. Emellertid är ju avsikten att denna skrift skall utmytna i några riktlinjer för hur man skall bedöma i synnerhet FoU-projekt. Vad som framför allt skiljer sådana projekt från vanliga investeringsprojekt är osäkerhetssituationen. Det är också en lång tidsutdräkt mellan tidpunkterna för investeringen och slutliga resultat. En annan skillnad är att en rad värderingsproblem p g a ojämvikter på kort sikt - t ex på arbetsmarknaden - bortfaller. Det är motiverat att särskilt ingående analysera vad denna större osäkerhet innebär och hur den kan hanteras. Det är avsikten att göra det i detta kapitel.

I avsnitt 6.1 ges sålunda en generell karakteristik av osäkerheten med FoU-projekt jämfört med vanlig investeringsverksamhet. Därefter diskuteras i avsnitt 6.2 vikten av att ha en stegvis beslutsprocess vid FoU-projekt, eftersom man vanligen får ett säkrare bedömningsunderlag allteftersom projektet fortskrider. I avsnitt 6.3 illustreras hur styckkostnaderna för en förväntad produkt är beroende av förväntad produktionsvolym samt hur osäkerheten kan slå i detta avseende. Slutligen diskuteras i avsnitt 6.4 frågan när en ny teknik kan lanseras vid osäkerhet.

### 6.1 FoU-projekts karakteristika

Resursinsatser i forskning och utveckling kan uppfattas som investeringar i likhet med insatser för att bygga upp ett kapital av maskiner och byggnader. Det human-"kapital" som man kan få fram genom FoU är ny kunskap som i bästa fall kan användas för att ge nya produkter, nya bättre produktkvaliteter och nya, bättre metoder för utvinning, produktion, distribution, rening, användning etc.

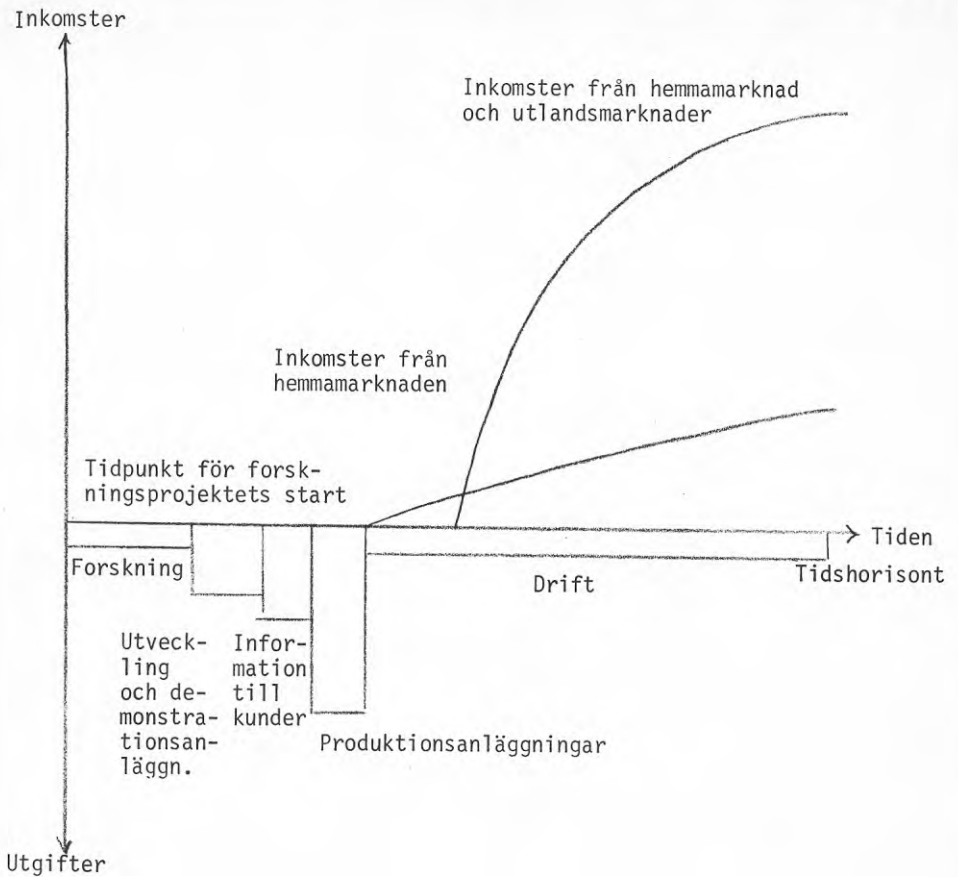
Forskning har dock som redan framgått vissa särdrag jämfört med vanlig investeringsverksamhet. Det bör då framför allt framhållas den speciella osäkerhet som gäller inför beslut om forskningsinsatser; se Sellstedt (1972) Det förväntade utfallet av FoU-projekt är ny kunskap. Detta utfall är vanligen osäkert. Först vet man inte så mycket om vare sig medelvärde eller spridning för projektet. Successivt reduceras osäkerheten. Resultatet kan emellertid ibland bli ganska oväntat. "Spin-off"-effekter kan stundom innebära nya oväntade metoder eller produkter. Ibland kan de ge impulser till helt nya FoU-projekt. Förväntningarna på utfallet kan förändras under loppet av ett FoU-projekt, ibland ganska dramatiskt såväl i

positiv som negativ riktning. Stora genombrott i forskningen sker ofta plötsligt och oväntat. Sådana projekt är definitionsmässigt mer osäkra än vanliga investeringsprojekt. Detta försvårar bedömningen av FoU-projekt.

Låt oss nedan punktvis ange några av FoU-projekts viktigare särdrag:

- För rena forskningsprojekt finns det en rent teknisk risk, nämligen att projektet rent tekniskt inte leder till några användbara resultat.
- För utvecklingsprojekt kvarstår det en marknadsrisk (d v s även om en fungerande teknik existerar, nämligen frågan om en ny produkt eller metod får en kort ekonomisk livslängd eller ingen kommersiell användning alls; se Kamien-Schwartz (1982).
- Om ett FoU-projekt lyckas erfordras vanligen betydande ytterligare investeringar i samband med lansering av innovationen. Detta gäller olika resursinsatser i marknadsföring, produktion och distribution.
- Ibland kan det finnas lovande möjligheter till uppföljande forskning om ett projekt givit ett gott resultat. Det kan också vara nödvändigt för att säkerställa en introduktion, när väl brister i de produkter eller metoder som lanserats, upptäcks. Det kan gälla möjligheter till intäkter även utanför det område som den tidigare forskningen primärt avsett ("spin-off"-effekter).

Forskningsinsatser är således osäkra och erfordrar stora följdinvesteringar i marknadsföring, produktion och distribution. I figur 6.1 illustreras fördelningen av utgifter och inkomster över tiden i samband med ett lyckat forskningsprojekt. Möjligheter till avsättning utomlands är självfallet av stort intresse för ett litet land som Sverige. Osäkerheten är dock särskilt stor när det gäller möjligheterna att göra sig gällande på utlandsmarknader.



Figur 6.1: Fördelning av utgifter och inkomster över tiden i samband med ett lyckat forskningsprojekt

Utgifterna för forskningen är i ett inledande skede ofta av en relativt begränsad omfattning. Det är först när forskningen hunnit så långt att prototyper skall utvecklas och större demonstrationsanläggningar skall byggas som utgifterna kan bli mera omfattande. Då finns vanligen också ett betydligt bättre och säkrare beslutsunderlag till förfogande.

För många forskningsprojekt gäller att det finns odelbarheter i den meningen att om man inte genomför alla forskningsstegen, så kommer det inte att bli möjligt att kommersiellt exploatera resultaten. Det är nämligen först då man nått ett genombrott för en viss innovation som man har ett val mellan att odelbart exploatera en förbättring och/eller att fortsätta forskningen för att få fram ännu bättre resultat. Projekt med

## 6.2 Stegvisa beslut om FoU

Utformningen av vanliga investeringsprojekt är oftast helt klar när de påbörjas. När man exempelvis skall lönsamhetsbedöma ett brobygge, är brons tekniska utformning och sträckning vanligen väldefinierade. Sedan man väl beslutat om brobygget, följer man i normalfallet ritningarna till punkt och pricka; det tagna beslutet gäller och ingenting i broutformningen behöver ändras under projektets gång. Så fungerar normalt inte ett FoU-projekt. Ett sådant projekt är mera vagt till sin målsättning och kan vanligen indelas i ett antal mer eller mindre distinkta steg. Efter varje steg har man ofta fått ökad information om projektets chanser. Man kan därför vid senare steg i projektet vanligen lättare bedöma förutsättningarna för att projektet skall lyckas eller misslyckas, om det drivs vidare. Sålunda kan man under projektets gång lättare ta ställning till en rad frågor i ljuset av den nya information som ett projektsteg resulterat i än med den information som föreligger vid starten. Exempel på beslut som kontinuerligt eller i vart fall stegvis kan omprövas är följande:

- Skall projektet drivas vidare eller läggas ner?
- Skall man ändra inriktningen i något avseende?
- Skall man öka eller minska takten i projektet genom att öka eller minska resursinsatsen?
- Är forskarna kompetenta och väl lämpade för sina uppgifter? Behöver kompetensen utökas i något avseende?

Dessa reviderade beslut förutsätter existensen av revideringstidpunkter, då det är möjligt och meningsfullt att ändra projektbeslutet. I normalfallet kan man räkna med att osäkerheten vad gäller ett projekts utfall minskar under projekttidens gång. Denna process med en successivt minskad osäkerhet i beslutsunderlaget har lett till att man kan förordna en stegvis beslutsprocess för FoU-projekt. Sådana projekt bör sålunda omprövas vid en rad stationer fram till slutmålet. Detta är knappast någon ny tanke; tvärtom tillämpas den f n av flertalet forskningsråd. Det nya är snarare att man mera systematiskt börjat analysera den stegvisa beslutsprocessen under senare tid i en ekonomiskt inriktad forsknings. (Se Spulber (1980), Weitzman (1979), Roberts & Weitzman (1980 och 1981), Weitzman (1981).)

Möjligheterna att successivt omvärdera och revidera ett projekt bör givetvis beaktas redan när projektet först utvärderas. Därefter skall vid varje följande revisionstidpunkt projektet omprövas på så sätt att om de förvän-

tade nettofördelarna av projektet inte uppfyller en viss given miniminivå, skall projektet stoppas. I så fall kan man spara in de återstående resurser som annars skulle spenderats i projektet. Om förväntade intäkter från projektet är större än vad minimiavkastningskravet anger, skall givetvis projektet fortsättas.

Att ny information från ett forskningsprojekt har ett samhällsekonomiskt värde innebär inte att detta nödvändigtvis kommer att realiseras i form av klingande valuta. Låt oss ta ett exempel. Antag att man gör den bedömningen att det på en viss plats är värt att genom ett borrhål få reda på om där finns olja eller inte. Om man inte hittar någon olja, så innebär detta inte nödvändigtvis att arbetet varit värdelöst. Att man nu vet att det inte finns någon olja på denna plats betyder nämligen att man inte behöver spilla några resurser ytterligare på att borra fler hål på denna plats. Istället kan dessa resurser användas för att borra på nya platser.

Om man däremot hittar olja, så kanske man vill borra fler hål för att se om fyndigheten är stor nog att kunna exploateras. Genom en sådan strategi med stegvisa beslut kan man reducera osäkerheten till ett minimum. Detta betyder att man genom på varandra följande forskningssteg kan få en successivt större klarhet i det förväntade FoU-resultatets värde, uttryckt i ett medelvärde och en spridning.

Först vet man inte så mycket om vare sig medelvärde eller spridning. Genom successiva projektsteg kan man reducera osäkerheten, d v s minska spridningen. Medelvärdet kan också ändras högst dramatiskt uppåt, om man når ett genombrott. Därvid kan givetvis också spridningen påverkas. Givetvis kan på motsvarande sätt ett projekt resultera i ett informationsunderlag som pekar mot nedläggning.

För att kunna bedöma ett projekt är det nödvändigt med data om några nyckelvariabler. Vid såväl starttidpunkt som vid efterföljande revideringstidpunkter måste sålunda data om såväl förväntade "benefits" som kostnader föreligga i någon form. När man vid starttidpunkten har en viss uppfattning om förväntade fördelar och kostnader, så vet man samtidigt att denna uppfattning kan komma att ändras vid framtida revideringstidpunkter.



Med dessa data är det möjligt att finna ett optimalt "fortsätta eller stoppa kriterium" som är en funktion av tiden samt av förväntade kostnader och som uttrycker en miniminivå för förväntade intäkter för att fortsätta projektet vid det aktuella revideringstillfället. Om denna miniminivå inte uppfylls bör projektet stoppas.

En viktig variabel i sammanhanget är givetvis variansen för projektets förväntade intäkter samt hur denna varians förändras över tiden. I allmänhet kommer variansen att reduceras över tiden.

Normalt blir denna varians när det gäller den tekniska risken lika med noll i samband med att ett projekt är fullständigt slutfört. Detta gäller dock inte när det finns kommersiellt exploaterbara resultat av ett projekt p g a osäkerhet om dels potentiella intäkter från en marknad, dels vad gäller produktions- och distributionskostnader. Data erfordras om storleken på denna varians vid starttidpunkten. Denna kan grovt uppskattas genom kännedom om projektområdet, om forskarnas kompetens, etc. Ett antagande om hur variansens storlek reduceras över tiden genom projekt (vanligen som en monotont avtagande funktion av återstående kostnader för projektet) bör också föreligga.

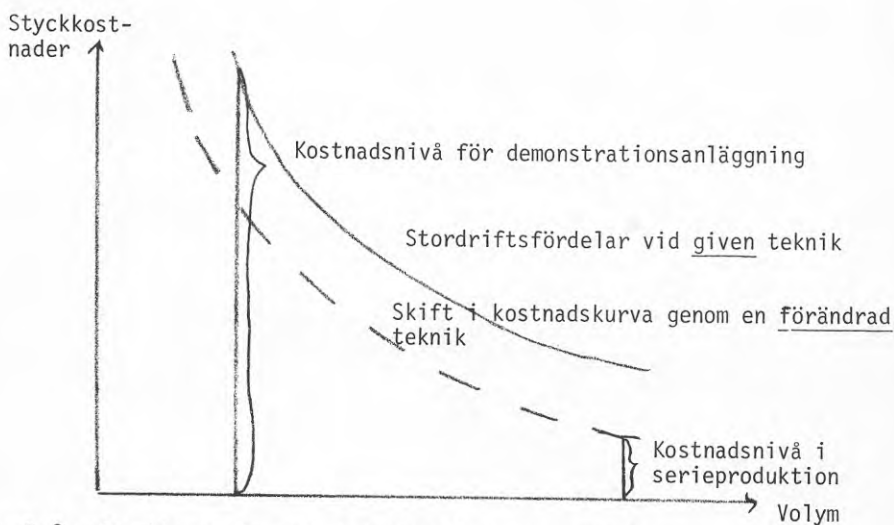
### 6.3 FoU-insatsernas beroende av förväntad produktionsvolym

Resursinsatser för FoU är att uppfatta som engångskostnader. När man skall avgöra om man skall satsa på ett visst projekt eller inte och i så fall hur mycket, måste man göra sig en föreställning om hur många producerade och försålda enheter som den fasta kostnaden kan komma att fördelas på. Om utvecklingskostnaden för Viggensplanet på ett givet belopp slås ut på 10 eller 100 plan ger ett kraftigt utfall utslaget på styckkostnaden. Med ökande produktionsvolym sjunker givetvis kostnaden per producerad enhet för den nya tekniken.

Osäkerheten är emellertid stor om de FoU-resultat som kan uppnås för en viss given resursinsats. Det är vidare osäkert till vilken kostnad en viss produkt kan produceras vid olika produktionsvolym och dessutom vilken produktionsvolym som kan bli aktuell.

Inför FoU-projekt är det väsentligt att göra en åtskillnad mellan å ena sidan kostnaderna för en demonstrationsanläggning som inte är kommer-

siellt motiverad samt å den andra förväntade framtida kostnader, då en teknik finns tillgänglig för serieproduktion. Om en ny teknik skall ha någon chans att slå igenom, så måste det vanligen finnas ett avsevärt gap mellan dessa båda kostnadsbegrepp. Detta betingas dels av att man genom en utveckling kan komma fram till att göra samma sak till lägre kostnad (eller nå högre utbyte till samma kostnad) dels att man kan utnyttja stordriftsfördelar vid en serieproduktion. Denna "utveckling" av kostnadsnivån över tiden illustreras i figur 6.2



Figur 6.2: Styckkostnader för existerande och ny teknik

Som exempel kan nämnas att kostnaden för el genom solceller har reducerats högst avsevärt under senare tid, dock inte tillräckligt för ett kommersiellt genombrott. Sådana styckkostnadssamband har stor betydelse för vilken dimensionering av insatser för FoU som kan motiveras inom ett visst område. Som en enkel tumregel gäller att ju större volym av producerade enheter som kan säljas, desto större FoU-insatser kan motiveras, allt annat lika. Det gäller också att ju större reduktion i produktionskostnad vid given volym som åstadkommes, desto större FoU-insatser är motiverade. Slutligen, om produktens värde förväntas bli mycket högt kan en större FoU-insats också vara motiverad.

## KAPITEL 7. BEDÖMNING AV FoU-PROJEKT

Att formalisera bedömningar av "rena" forskningsprojekt i form av strikta kalkyler är som ovan påpekats ofta omöjligt med tanke på den stora osäkerheten. Det kan trots detta finnas anledning att söka besvara en rad konkreta frågor utifrån ett samhällsekonomiskt perspektiv. I avsnitt 7.1 presenteras en checklista över sådana frågor.

För utvecklingsprojekt är det möjligt att ge fylligare svar på frågorna i checklistan. I många fall kan man också formalisera dem och presentera dem i form av ett förväntat nuvärde som resultat av en strikt kalkyl. Detta kan framför allt gälla projekt som syftar till att utveckla prototyper eller uppföra större demonstrationsanläggningar. I avsnitten 7.2-7.5 skall vi gå igenom hur man i en kalkyl bör behandla värdet av FoU-projekt under olika förutsättningar.

### 7.1 Allmänna riktlinjer

De riktlinjer som presenteras nedan är koncentrerade till de aspekter på vilka samhällsekonomisk teori kan ha något att bidra med. Sålunda berörs inte den rent tekniska värdering som dessutom alltid bör göras och som bl. a innefattar krav på att forskarna skall ha tillräcklig kompetens att genomföra ett projekt.

#### Checklista

- Finns det några svenska projekt som behandlar samma problem på exakt samma sätt och således risk för inhemsk dubbelforskning?
- Försiggår motsvarande forskning utomlands, så att man kan förväntas erhålla FoU-resultat gratis eller till lägre kostnad enbart genom att invänta resultaten?

- Har Sverige ett försprång, tekniskt, råvarumässigt, marknadsmässigt, eller på annat sätt som motiverar ett statligt stöd till ett projekt även om liknande projekt pågår utomlands?
- Är det möjligt att åstadkomma fördelar för det svenska samhället genom någon form av internationellt forskningssamarbete på området?
- Kan förväntade FoU-resultat leda till en försäljning på världsmarknaden? Vilket pris och vilken försäljningsvolym på världsmarknaden kan man räkna med (intervall)?
- Går det att åtminstone grovt uppskatta en sannolikhet för att projektet tekniskt skall lyckas?
- Vilka är de förväntade samhällsekonomiska FoU-kostnaderna ( med eventuella korrigeringar av företagsekonomiskt beräknade kapitalkostnader, arbetskraftskostnader etc)? Hur lång tid kan det förväntas ta innan FoU-resultatet kan tillämpas i praktiken?
- Vilka följdinvesteringar i marknadsförings-, produktions-, distributions- och användningsleden kan förväntas? Vilka kostnader i dessa led kan förväntas vid olika volymer?

De statliga forskningsråden har inte "endast" till uppgift att välja enskilda FoU-projekt som är oberoende av varandra. Ramanslagen är ofta "öronmärkta" så att regeringen genom regleringsbrev förutsätter att en viss summa FoU-medel skall användas för t ex vindforskning eller solforskning. Det är då angeläget att se till att inbördes kompletterande projekt kommer till stånd och att en samhällsekonomiskt välgrundad avvägning mellan forsknings- och utvecklingsprojekt sker. Detta kan t ex betyda att ett forskningsråd behöver ta initiativ till vissa FoU-projekt som kan komplettera andra projekt som påbörjas. Det kan också behövas en samordning mellan olika pågående, oberoende projekt. Till skillnad från privata företag behöver de statliga forskningsorganen i vissa fall inte beakta spridningen i utfallen av FoU-resultaten utan ofta endast deras förväntade värde. Vid val av en projektportfölj skulle det i så fall räcka med att maximera det förväntade värdet för hela portföljen. Detta gäller dock endast om man har ett tillräckligt stort antal oberoende projekt. I annat fall måste även spridningen beaktas; se även avsnitt 7.5.

Om osäkerheten är stor vad gäller möjligheterna att nå ett tekniskt genombrott på något område, kan en rimlig forskningsstrategi vara att satsa på ett flertal oberoende projekt inom området. Ofta är den inledande forskningen inte så kostnadskrävande; det är först då prototyper skall utvecklas eller experimentanläggningar byggas som dyra insatser erfordras.

Men när man väl uppnått ett tekniskt genombrott på ett område, finns det anledning att överväga om inte forskningsresurser som tidigare avdelats för andra projekt som inte hunnit lika långt bör överföras till detta område. Härigenom kan nya FoU-resultat snabbare omsättas i praktisk användning utan att man riskerar att förlora något nämnvärt värde. Självfallet bör storleksordningen på FoU-kostnaderna för de alternativa projekten påverka ett sådant ställningstagande. Projekt vad gäller t.ex. alternativa energiformer som endast kräver mycket begränsade resursinsatser kan nämligen fortfarande vara motiverade, om utsikterna för framgång är goda.

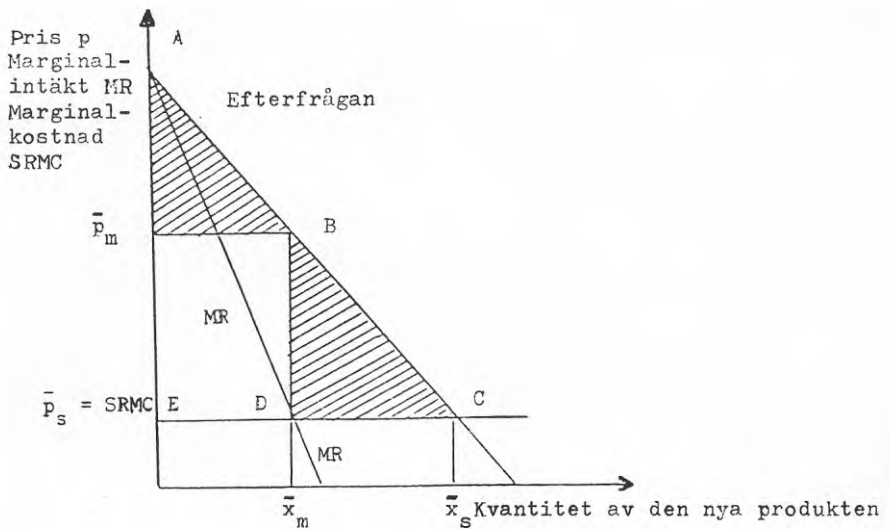
En ytterligare rekommendation är att man bör använda en stegvis beslutsprocess vid resurstilldelning till FoU-projekt; jämför avsnitt 6.2. Innebörden av detta är att FoU-projektet bör utvärderas både i ett inledande skede och vid ett därefter följande antal föreskrivna tidpunkter. Vid varje revideringstidpunkt, inklusive starttidpunkten, bör man besluta om ett projekt skall fortsätta eller stoppas med hänsyn tagen till den information som finns tillgänglig vid resp. tidpunkt. Det blir då lättare att våga satsa på mer "rena" forskningsprojekt vid en sådan beslutsprocess än om man var tvungen att binda upp sig "to the bitter end". Å andra sidan måste man i motsvarande grad vara beredd på att avbryta fler projekt.

## 7.2 Principer för bedömning av FoU-projekts förväntade värden

För enkelhets skull antar vi i detta avsnitt att vi endast intresserar oss för FoU-projekts förväntade värden. Detta innebär att vi här bortser från riskaversion. Detta antagande kan givetvis vara orealistiskt, i synnerhet för enskilda företag. I avsnitt 7.4 skall vi emellertid kortfattat ta upp fall med riskaversion. Först först behandlar vi här fallet med introduktion av en helt ny vara. Därefter diskuteras i tur och

ordning de mera vanligt förekommande fallen med kvalitetsförbättringar av en vara resp. minskade produktions- eller distributionskostnader.

Låt oss utgå från att en ny produkt introduceras av ett vinststyrt företag till monopolpriset  $\bar{p}_m$  (se figur 7.1). Vid detta pris försäljes  $\bar{x}_m$  enheter av den nya produkten. Den maximala betalningsviljan för den mängden utgörs emellertid av utlägg till företaget,  $\bar{p}_m \cdot \bar{x}_m$ , plus konsumentöverskottet  $AB\bar{p}_m$



Figur 7.1 Värdet av en ny produkt

Problemet med monopolpriset  $\bar{p}_m$  är, att FoU-resultat endast utnyttjas i  $\bar{x}_m$  enheter. Användningen kommer att bli mer omfattande vid ett pris som innebär att forskningsresultatet blir gratis. Detta pris är samhällsekonomiskt effektivt, eftersom forskningsresultat kan uppfattas som en kollektiv vara; jämför 3.2.1. Priset blir då  $\bar{p}_s = SRMC =$  kortsiktig marginalkostnad för att producera och distribuera den nya varan. Motsvarande försald mängd av varan blir då  $\bar{x}_s$  (se figur 7.1).

Detta betyder att man kan räkna med ytterligare ett konsumentöverskott, nämligen värdet av triangeln BCD; se även Arvidsson (1969) samt Andersson-Bohm (1981).

Diskussionen ovan kan illustreras genom att man kontrasterar det företagsekonomiska vinstkriteriet för forskning mot samhällets välfärdsmaximerande kriterium. Låt oss först anta att kostnaden för forskningsprojektet kan beräknas till  $\bar{K}$ . Låt oss vidare för enkelhetens skull anta, att dessa kostnader är lika stora i både företags och samhällets kalkyler. Vi antar vidare att alla framtida intäkter är kända och sålunda att den ekonomiska livslängden för forskningsresultatet är känd. Alla kostnader och intäkter diskonteras till nuvärden med en given realränta. Vi kan då formulera följande kriterier som kan ställas mot varandra (räknade i nuvärden).

Företagsekonomiskt kriterium;

$$\sum_{t=0}^T \frac{\bar{p}_m \bar{x}_m}{(1+r)^t} > \bar{K} + \bar{TC}$$

Samhällets kriterium;

$$\sum_{t=0}^T \bar{S} \frac{1}{(1+r)^t} > \bar{K} + \bar{FC}$$

där

$T$  = tidshorisont

$\bar{p}_m$  = monopolpriset för den nya produkten

$r$  = realränta

$\bar{K}$  = kostnaden för FoU-projektet

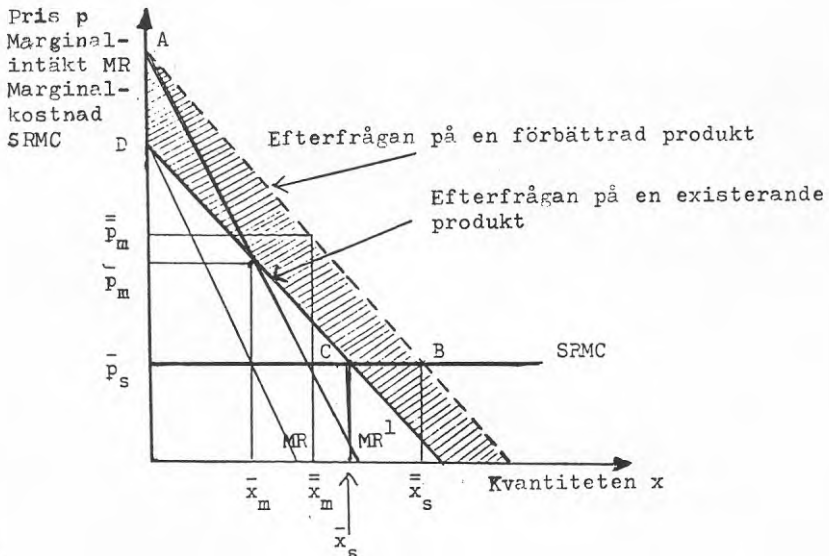
$\bar{TC}$  = total produktionskostnad för  $x_m$  enheter av den nya produkten  
(i nuvärde)

$\bar{S}$  = betalningsviljan (triangeln ACE i figur 7.1) för forsknings-  
forskingsresultatet för  $x_s$  enheter av den nya produkten per  
år

$\bar{FC}$  = fasta kostnader för den nya produkten räknat i nuvärde

Slutsatsen av denna övning blir, att alla resultat från FoU-projekt som är lönsamma för ett företag, är också värda att göra för samhället. Därutöver finns det FoU-projekt som är värda att genomföra för samhället, men som inte kommer till stånd i en renodlad marknadsekonomi, d v s det finns en tendens till "underforskning". Härtill skulle dock omedelbart läggas, att det dessutom kan finnas en "överforskning" genom att privatägda och vinststyrda företag har incitament att kopiera redan existerande innovationer; jämför delavsnitt 3.2.1

FoU-projekt leder oftare till förbättringar i produkter eller metoder än till fullständigt nya produkter. Värdet av en förbättring i en produkts kvalitet kan illustreras genom den skuggade ytan i figur 7.2. Följande kriterier kan för detta fall kontrasteras mot varandra (räknat i nuvärden).



Figur 7.2 Värde av produktförbättringar

$$\text{Företagets kriterium: } \sum_{t_0}^T \frac{\bar{p}_m \bar{x}_m - \bar{p}_m \bar{x}_m}{(1+r)^t} > \bar{K} + \bar{TC} - \bar{TC}$$

$$\text{Samhällets kriterium: } \sum_{t_0}^T \frac{ABCD}{(1+r)^t} > \bar{K} + \bar{FC} - \bar{FC}$$

där  $\bar{TC}$  och  $\bar{TC}$  = totalkostnader för produktion av  $\bar{x}_m$  och  $\bar{x}_m$  enheter

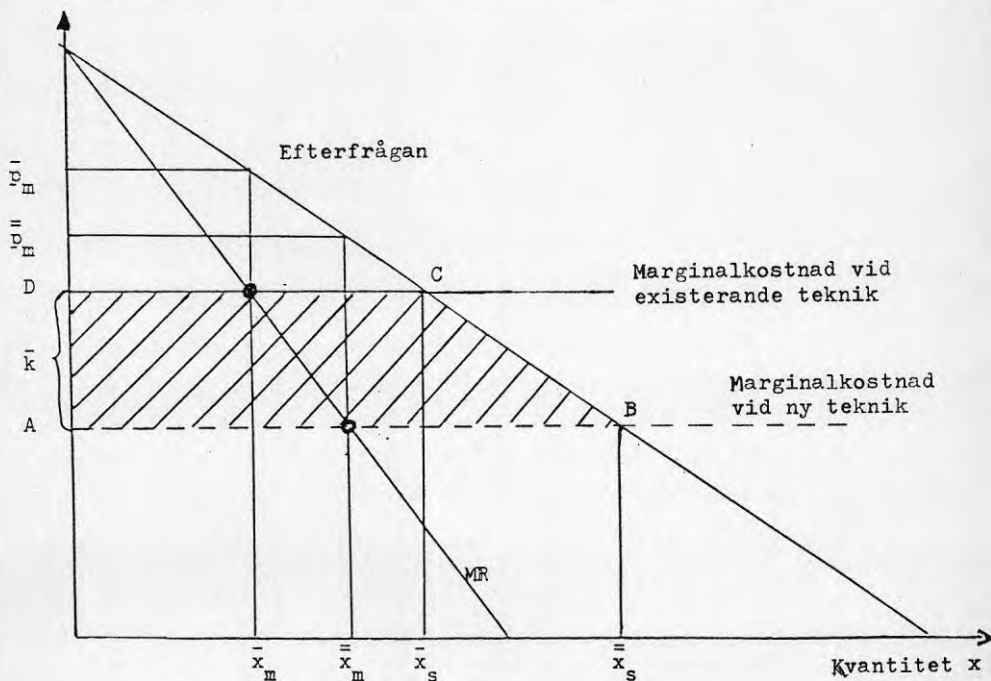


av den förbättrade produkten respektive av den existerande produkten (i nuvärde)

ABCD = den ökade betalningsviljan för  $\bar{x}_s$  enheter per år av den förbättrade produkten (se figur 7.2)

$\overline{FC}$  och  $\overline{FC}$  = fasta kostnader för den för produktionen av  $\bar{x}_s$  och  $\bar{x}_s$  enheter av den existerande produkter respektive av den förbättrade produkten (i nuvärde)

Emellertid kan de flesta innovationer uppfattas som förbättringar i metoder för produktion och/eller distribution av en vara i form av en lägre kostnad än till existerande teknik. Det årliga värdet av sådana innovationer illustreras i figur 7.5 genom en reduktion i de kort-siktiga marginalkostnaderna.



Figur 7.3 Värden i form av sänkta marginalkostnader genom en ny teknik

Kriterium för ett vinstmaximerande företag resp. ett välfärdsmaximerande samhälle kan i princip formuleras på samma sätt som i föregående fall; se också Fishelson (1979).

Ytan ABCD (se figur 7.3) som är ett mått på det årliga värdet av marginalkostnadssänkande innovation kan beräknas på följande sätt:

$$ABCD = \bar{k} \cdot \bar{x}_s + \frac{\bar{k}}{2} (\bar{x}_s - \bar{x}_s) = \bar{k} \left[ \frac{\bar{x}_s + \bar{x}_s}{2} \right]$$

där

$\bar{k}$  = skillnader i marginalkostnad

$\bar{x}_s$  och  $\bar{x}_s$  = efterfrågad kvantitet per år vid existerande resp. ny teknologi

Självfallet kan också innovationer som innebär sänkta fasta kostnader i produktion och distribution förekomma. Givetvis förekommer det exempel på projekt som syftar till att uppnå såväl minskade kostnader som produktförbättringar samtidigt. Värdet av sådana resultat beräknas då på motsvarande sätt som en kombination av beräkningsgrunderna som presenteras här.

### 7.3 Värdering av FoU-projekt med hänsyn till utvecklingen utomlands

Vid en prövning av ansökningar om FoU-projekt är det viktigt att relatera dem till utvecklingen utomlands. Följande frågor kan därvid användas för att göra en grovsortering av projekten:

- I Försiggår motsvarande FoU utomlands redan, så att man kan förväntas erhålla FoU-resultaten gratis eller till en avsevärt lägre kostnad enbart genom att invänta resultaten.
- II Vilka fördelar för det svenska samhället står att vinna genom någon form av internationellt forskningssamarbete?

III Kan ett förväntat resultat innebära en försäljning på utlandsmarknader? Vilket pris och vilken försäljningsvolym kan man i så fall potentiellt räkna med?

De svenska forskningsinsatserna på energiområdet är i första hand hemmamarknadsorienterade. En tryggad svensk energiförsörjning är ett mål som haft en hög angelägenhetsgrad. En stor del av nu förekommande forskningsinsatser kan emellertid sorteras in under endera av projekttyperna I och II. Det säger sig självt att om ett visst FoU-resultat väntas bli tillgängligt genom forskning utomlands, så finns det anledning att överväga en nedjustering av värdet av liknande svenska projekt.

Egna forskningsresultat kan vara användbara som bytesobjekt, d v s för att få tillgång till andra länders originella forskningsresultat. FoU-projekt av typ III innebär snarare konkurrens än samarbete med utländska institutioner och företag. Om ett forskningsresultat avses bli sålt på världsmarknaden, är det väsentligt att bedöma om någon utländsk konkurrent kan hinna före med en exploatering av marknaden. Det är då angeläget att snabbt nå fram till ett exploaterbart forskningsresultat.

När en uppfinnare väl uppnått ett forskningsresultat av betydelse, söker han skydda detta genom att utnyttja patentlagstiftningen där detta är möjligt. I de fall det inte går att patentskydda ett FoU-resultat, försöker uppfinnaren så långt som möjligt att etablera en stark marknadsposition för att ligga före utländska konkurrenter.

Inriktning och dimensionering av resursinsatserna på olika forskningsprojekt kommer att påverkas av till vilken av dessa tre huvudkategorier som ett visst projekt är hänförligt. Det är mycket väsentligt att understryka, att en möjlighet att etablera sig på världsmarknaden med en ny produkt eller metod kan motivera mångdubbelt större resursinsatser för ett forskningsprojekt i ett land som Sverige som utgör en så pass liten del av världsmarknaden. (Se figur 7.4 nedan)

Hur kan man avgöra om ett FoU-projekt skall sorteras in under projekttyp III? Ett första kriterium är att det skall finnas ett betydande "sälj-

utrymme" för en förväntad produkt eller metod på världsmarknaden. Ett andra kriterium är att man på "hemmaplan" bedöms ha ett visst försprång eller komparativa fördelar vad gäller tekniskt kunnande. Det gäller med andra ord att hitta de "segment" där ett svenskt kunnande "råkar" vara användbart utomlands.

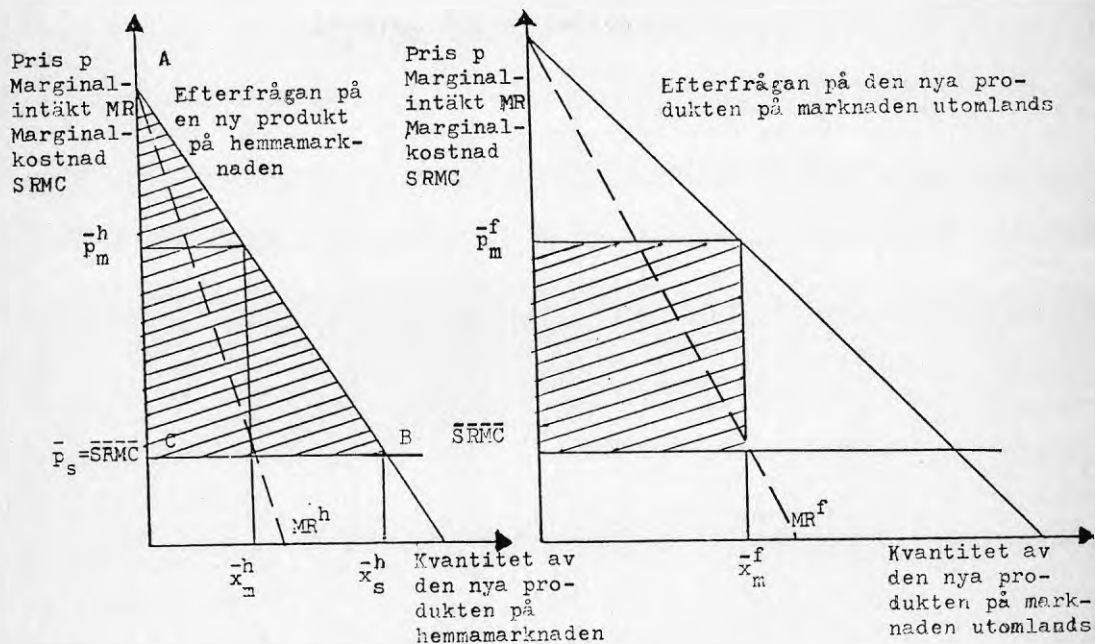
Hur skall man kunna värdera utsikter om en försäljning av FoU-resultat på världsmarknaden? Först så gäller det att göra en realistisk bedömning av möjligheterna på den svenska marknaden. Finns där inga nämnvärda förutsättningar, kan man vanligen avskriva även de utländska marknaderna.

Om däremot bedömningen blir positiv, så gäller det att på ett realistiskt sätt "skala upp säljutrymmet" för utlandsmarknaderna.

Låt oss diskutera frågan om en värdering av förväntade FoU-resultat med hänsyn till möjligheten att få en avsättning även utomlands. Eftersom vi här gör en bedömning enbart utifrån ett egoistiskt svenskt perspektiv är det endast försäljningsintäkter från utlandet som är relevanta att räkna med på intäktssidan, inte några konsumentöverskott från utländska konsumenter. Det betyder i klartext att en monopolprissättning på de utländska marknaderna för svenska innovationer är helt i linje med en samhällsekonomiskt kriterium för Sverige. Emellertid bör konsumentöverskott för svenska konsumenter räknas med i enlighet med vad som redovisats i avsnitt 7.2 ovan. Det betyder att den kalkyl som bör tillämpas, kommer att bli en hybrid mellan en vanlig monopolkalkyl och och den samhälls-ekonomiska kalkylen; se Arvidsson (1969). Proportionerna bestäms av relationen mellan den utländska marknadens och den svenska marknadens storlek. Vad gäller FoU-projekt med utsikter om avsättning utomlands skall man sålunda vid bedömning av forskninginsatsernas lämpliga omfattning inte bara beakta den svenska betalningsviljan för förväntade resultat utan också i hög grad förutsättningar att erhålla intäkter från utländska marknader.

Skillnaden i beräkningen av det samhällsekonomiska värdet mellan fallet att ett FoU-resultat avsåts enbart på hemmamarknaden och det där man dessutom avsätter på utlandsmarknaden beskrivs i figur 7.4. Betalningsviljan för en ny produkt illustreras av den streckade ytan ABC vid ett pris = marginella produktionskostnaden. Detta avser en försäljning av  $\bar{x}_s^h$  enheter på den svenska marknaden. På den utländska

marknaden förväntas  $\bar{x}_m^f$  enheter bli sålda vid monopolpriset  $\bar{p}_m^f$ .



Figur 7.4 Värden för en ny produkt på hemmamarknaden

Företagets och samhällets kriterier kan för detta fall kontrasteras på följande sätt (i nuvärden)

$$\text{Företagskriterium: } \sum_{t_0} \frac{T \bar{p}_m^h \bar{x}_m^h + \bar{p}_m^f \bar{x}_m^f}{(1+r)^t} > \bar{K} + \bar{TC}$$

$$\text{Samhällets kriterium: } \sum_{t_0} \frac{T \bar{S} + (\bar{p}_m^f - \bar{SRMC}) \bar{x}_m^f}{(1+r)^t} > \bar{K} + \bar{FC}$$

där

$\bar{p}_m^h$  = monopolpris för den nya produkten på hemmamarknaden

$\bar{p}_m^f$  = monopolpris för den nya produkten på marknaden utomlands

$\bar{S}$  = totala betalningsviljan för forskningsresultat för  $\bar{x}_S^h$   
 enheter av den nya produkten per år (triangeln ABC i  
 figur 7.4)

Naturligtvis kan det uppstå problem med att söka upprätthålla en sådan prisdifferentiering mellan hemmamarknaden och marknaden utomlands. Den viktigaste slutsatsen av denna övning är, att FoU-projekt som kan sorteras in under kategori III ovan skall värderas inte bara i termer av förväntade resultat för den svenska marknaden utan också - i många fall framför allt - i möjliga exportintäkter, för att man skall kunna bestämma den rätta omfattningen på de FoU-resurser som bör slussas till sådana projekt.

#### 7.4 Bedömning av FoU under osäkerhet

Att försöka identifiera de faktiska effekterna av ett framgångsrikt projekt som gjorts ovan är naturligtvis inte tillräckligt för att besvara frågan om ett projekt skall tillstyrkas eller inte. Efter det att förväntade intäkter av ett projekt beräknats, förutsatt att projektet lyckas, så är det nödvändigt att också uppskatta sannolikheten för att värdet av projektet överstiger projektets kostnader i vid mening. Villkoret för lönsamhet kan då förenklat uttryckas på följande sätt:

$$P \cdot U > K$$

där

P = sannolikheten för att tekniskt lyckas med projektet

U = samhällsekonomisk nettovinst om projektet lyckas på  
 det förväntade sättet

K = projektkostnaden (som också kan vara osäker)

P kan skattas av den sökande. Sådana skattningar tenderar av naturliga skäl lätt att bli alltför optimistiska. Därför krävs att sådana skattningar underställs en granskning av oberoende tekniker på området. Det är fullt möjligt för en väl insatt tekniker att göra sådana skattningar.

När det finns flera osäkra variabler i ett projekt och de är oberoende av varandra, kan en bedömning göras på grundval av det förväntade värdet av varje faktor. Skälet till detta är att effekterna på resultatet av olika avvikelser från förväntade värden tenderar att neutralisera varandra

Emellertid finns det för ett forskningsråd många fall då villkoren för ett antagande om normalfördelning inte kan anses vara uppfyllda, dvs fall då effekterna av osäkra faktorer inte kan förväntas ta ut varandra. Detta kan i synnerhet inträffa när det är fråga om stora, odelbara, varaktiga och irreversibla projekt. Investeringar i sådana projekt kan innebära risker för välfärd förluster i optionsvärden. Detta kan bli gälla projekt med omfattande effekter på miljön.

En huvudfråga i detta sammanhang är om ett företag eller ett statligt forskningsråd har riskaversion eller inte. Om det har en riskaversion, betyder detta att det inte bara fäster vikt vid ett förväntat värde  $E(u)=u$  utan också vid variansen  $E(u-u)^2 = \sigma^2$ . I så fall behöver man formulera en målfunktion OF, som innehåller både förväntat värde och varians, t ex följande:

$$OF = u + \mu\sigma^2$$

där  $\mu$  är en faktor som anger riskaversionen

Detta betyder att om  $\mu > 0$ , så beaktas risk aversion i form av en extra kostnad för risken.

En forskningsprocess innebär vanligen att såväl ett projekts förväntade värde som variansen för detta värde kommer att förändras över tiden. Normalt reduceras denna varians över tiden. För vissa projekt kan man på goda grunder förutsätta hur variansen kommer att avta över tiden. Lösningen på dessa osäkerhetsproblem generellt är vanligen att man vidtar stegvisa beslut; se avsnitt 6.2 ovan.

### 7.5 Att välja en optimal portfölj av FoU-projekt

Statliga forskningsråd kan få till uppgift att inte endast välja individuella projekt oberoende av varandra utan försöka få till stånd en "korg" av varandra stödjande säkra och mindre säkra projekt, en optimal portfölj av projekt. Detta betyder att ett forskningsråd kan få ett ansvar för att ta initiativ till vilka slags projekt som bör komplettera projekt som redan pågår. Åtgärder i syfte att få till stånd ett samarbete mellan olika projekt där en samvariation i resultaten kan förväntas kan också motiveras. Som påpekats ovan kan det finnas en skillnad mellan privata företag och ett forskningsråd i så motto att de senare inte alltid har anledning att beakta avvikelser från förväntat värde för ett FoU-projekt. Men detta gäller i så fall endast om det finns ett tillräckligt stort antal oberoende projekt samtidigt som eventuellt drabbad tredje part faktiskt kompenseras för sådana risker; se Arrow-Lind (1970). I annat fall bör avvikelser beaktas explicit. Om osäkerheten är hög vad gäller möjligheterna att nå ett tekniskt genombrott inom ett intressant område, kan en rimlig forskningsstrategi vara att göra en kraftsamling på ett flertal projekt i denna riktning. Forskning är ofta inte så kostsamt i initialskedet, det är först när prototypen skall utvecklas och experimentanläggningen byggas. När väl ett tekniskt genombrott uppnåtts, kan det finnas anledning att överväga en ytterligare förstärkning av resurserna för att bana väg för ett snabbt utnyttjande av forskningsresultaten



## KAPITEL 8. SOLVÄRMELAGRING - ETT KALKYLEXEMPEL.

Avsikten med detta kapitel är att här presentera en bedömning av en experimentanläggning inom området solvärmelagring, nämligen vid Lindälvsskolan i Kungsbacka. Experimentanläggningen, som ingår i det s k Sunclay-projektet, pågår sedan några år tillbaka, vilket gör det möjligt att granska redovisade kalkyler och kalkylantaganden. Bedömningen är beställd av Statens Råd för Byggnadsforskning och syftar till att ge underlag för beslut om resurser skall tilldelas liknande projekt i fortsättningen.

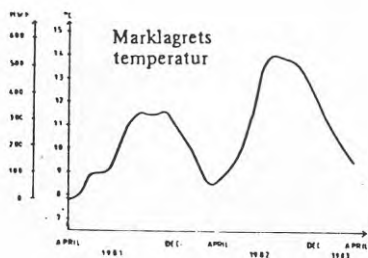
Denna utvärdering är knappast en fullständig samhällsekonomisk bedömning av hela Sunclay-projektet. Skälet till detta är att de kalkyler och det underlag i övrigt som föreligger inte möjliggör en sådan bedömning. Kalkylerna borde därför göras om och underlaget kompletteras på sätt som närmare framgår i det följande. I en särskild promemoria från mars 1985 preciserades våra krav på varför och hur kalkylunderlaget borde kompletteras. Dessa tillställdes konsultbolaget Andersson & Hultmark, Göteborg, som är ansvarigt för projektet. Tyvärr har de önskade uppgifterna inte redovisats. Vi får därför nöja oss med att granska det kalkylunderlag som föreligger.

### 8.1. Bakgrund.

Sunclay-anläggningen vid Lindälvsskolan i Kungsbacka är en prototypanläggning för uppvärmning baserad på solvärme som lagras i ett lerlager för vintersäsongen. Solfångarna består av 1 500 m<sup>2</sup> matt

svart takplåt som också fungerar som taktäckning för skolan. I takplåten finns rör med en saltvätska som inte fryser om vintern. Vätskan tar upp solenergi som transporteras vidare i rör ner i marken till värmemagasinet som är en lervolym på ca. 87 000 m<sup>3</sup>.

Plaströr har genom en pålningsmetod förts ner i leran. Den genom solvärmens uppvärmda saltvätskan löper genom dessa plaströr ner i marken och avger värme till lerlagret som successivt ökar i värmeinhåll. Figur 8.1 visar hur värme ackumuleras i leran över året.



Figur 8.1. Marklagrets temperaturväxlingar.

Vätskan värmer leran så att den blir ca. +15°C i slutet av sommaren. På vintern tas värmen successivt ut ur lerlagret och tillförs skolans värmesystem. Därmed sänks marklagrets temperatur till ca +10°C.

Temperaturen på +15°C är givetvis för låg för att kunna användas direkt för uppvärmning. För att höja temperaturen används fyra stycken dieselmotordrivna värmepumpar. Detta innebär sålunda att solvärmens i Sunclay-systemet inte är helt "självförsörjande".

Systemet förbrukar ca 60 m<sup>3</sup> olja per år för att driva värmepumparna. Normalårsförbrukningen av energi för skolan beräknas vara 1020 MWh netto per år. Om man i stället för Sunclay-systemet haft en konventionell oljepanna med 70%:s verkningsgrad, skulle det ha gått åt ca. 146 m<sup>3</sup> olja per år för att producera denna energimängd. Sålunda kan man spara in mellanskillnaden, d.v.s. 86 m<sup>3</sup> olja.

### 8.2. Huvudkalkyl.

Genom att Sunclay-systemet varit i drift i form av en prototypanläggning vid Lindälvsskolan är det möjligt att få de faktiska kostnaderna för systemet verifierade. Följande sammanfattning över projektets installationskostnader har redovisats från Andersson & Hultmark.

Kostnadssammanfattning.	Tkr
1. Projekterad investeringskostnad	2 136
2. Investeringskostnad för konventionell oljeanläggning	- 708
3. Extra kostnader under byggtiden	+ 283
4. Skador på värmelager	+ 56
5. <u>Skador på solfångare</u>	+ 5
Total merkostnad	1 772

Post 1 avser hela den beräknade kostnaden för Sunclay-värmesystemet inklusive en 800 kW oljepanna som hålles som reserv. Post 2 gäller installationskostnader för den uppvärmningsform som man alternativt skulle ha valt år 1978, nämligen en konventionell oljeanläggning. Övriga poster avser oförutsedda merkostnader för Sunclay-systemet.

Projektledningen menar att dessa kunnat reduceras väsentligt med nuvarande vetenskap om grunderna för extra kostnaderna skulle inför ett nytt projekt. Man beräknar därför merkostnaderna för installationer till 1,6 milj. kr. för ett liknande nytt, icke optimerat Sunclay-system räknat i 1980 års penningvärde.

Normalårsförbrukningen av värme beräknas vara 1020 MWh netto. Man har beräknat merinvesteringen per årlig producerad kWh på följande sätt:

$$\frac{1,6 \text{ milj. kr.}}{1020 \text{ MWh}} = 1,57 \text{ kr/kWh i 20 år}$$

Vid 6%:s (ej 4% som det uppges att man räknat med) realränta och en ekonomisk livslängd på 20 år erhålles en annuitetsfaktor på 0,09. Då erhålles följande kostnad per kWh för merinvesteringen:

$$1,57 \text{ kr/kWh} \cdot 0,09 = \underline{14 \text{ öre/kWh och år}}$$

Årligen förbrukas  $60 \text{ m}^3$  olja för att driva de fyra värmepumparna. Oljepriset som förutsatts är  $2500 \text{ kr/m}^3$  (inkl. skatt). Oljekostnaden utslagen på 1020 MWh som produceras erhålles på följande sätt:

$$\frac{60 \text{ m}^3 \cdot 2500 \text{ kr/m}^3}{1020 \text{ MWh}} = 14,7 \text{ öre/kWh och år}$$

Härtill kommer en underhållskostnad på ca. 25 000 kr/år.

Utslagen per producerad kWh erhålles:

$$\frac{25 \text{ 000 kr/år}}{1020 \text{ MWh}} = 2,5 \text{ öre/kWh och år}$$

Kostnaden för producerad energi i Sunclay-projektet beräknas därefter på följande sätt:

Kostnad per kWh för merinvesteringen	14,0 öre
Oljekostnader per kWh	14,7 öre
Underhållskostnad per kWh	<u>2,5 öre</u>
Totalt per kWh	<u>31,2 öre</u>

Denna kostnad är beräknad i 1980 års penningvärde. För att få kostnaden i dagens penningvärde (1984) multipliceras kostnaden för merinvesteringen med 1,4. Då erhålles i stället siffran 36,9 öre/kWh.

### 8.3. Granskning av kalkylen.

I den här granskningen måste vi utgå ifrån att de grunddata som redovisats är korrekta.

Det är dock något oklart hur solvärmesystemet ser ut och varför man valt just den alternativspecifisering som redovisas. Exempelvis förekommer en 800 kW oljepanna som hålls i reserv. Är det inte tänkt att den de facto skall användas vid spetslast? I så fall bör man inte bara ta med anläggningskostnaden för den utan också en viss beräknad driftskostnad; i annat fall fyller den ju ingen funktion som reserv. En annan fråga gäller varför man valt 1020 MWh netto som normalårsförbrukning, varför inte mer eller mindre? En tredje inledande fråga gäller alternativspecifiseringen: varför har man en konventionell oljepanna med endast 70%:s verkningsgrad, när det numera är möjligt att nå åtminstone 80%:s verkningsgrad? I så fall blir oljebesparingen knappast så stor som  $86 \text{ m}^3$ .

Om vi efter dessa inledande frågor om alternativspecifisering övergår till att granska den föreliggande kalkylen, kan vi konsta-

tera att en beräkning av merkostnaden för installationsinvesteringar i Sunclay-systemet på det sätt som gjorts är helt i sin ordning. Emellertid är det inte i sin ordning att till denna merkostnad addera kostnader för olja och underhåll och ge intryck av att man därigenom kommit fram till en total kostnad på 31,2 öre/kWh för Sunclay-systemet. Det finns nämligen ingen som helst anledning att göra avdrag för investeringskostnaden för en konventionell oljeanläggning i detta sammanhang. Om man sålunda inte drar ifrån beloppet 708 tkr, blir den totala investeringskostnaden för Sunclay-systemet 1,6 milj. kr. + 708 tkr = 2,3 milj. kr. Då erhålles i stället följande kapitalkostnad efter samma förutsättningar som använts ovan i övrigt:

$$\frac{2,3 \text{ milj. kr.} \cdot 0,09}{1020 \text{ MWh}} = 20,3 \text{ öre/kWh}$$

Detta belopp skall ersätta de 14 öre/kWh som tagits upp som kapitalkostnad i ovan presenterade kalkyl. Då erhålles i stället  $20,3 + 14,7 + 2,5 = 37,5$  öre kWh.

Om man räknar upp installationskostnaden i 1984 års penningvärde erhålles följande belopp:

$$28,4 + 14,7 + 2,5 = \underline{45,6 \text{ öre/kWh}}$$

Detta är kostnaden för Sunclay-systemet per kWh. Det valda sättet att räkna är felaktigt och vilseledande.

#### 8.4. Optimering av solvärmelagringsystemet.

Ett relativt omfattande försök har också gjorts att försöka optimera Sunclay-systemet för framtiden. Därmed avses att man har

studerat en hel rad olika variationer som t.ex. lerlagrets omfattning, solfångarytan etc. och studerat kostnadskonsekvenserna. Den kombination som ger lägst kostnader blir den optimala lösningen. Det förefaller inte som om någon revolutionerande kostnadssänkning kan förväntas. Men en sänkning på omkring 5 öre/kWh synes vara möjlig.

Emellertid lider dessa kalkyler av samma fundamentala brist som huvudkalkylen och ger därför för låga kostnader. Det är därför angeläget att dessa kalkyler också räknas om. I det sammanhanget är det viktigt att läsaren ges en möjlighet att enkelt kunna följa hur man kommer fram till slutsiffrorna. Detta är inte möjligt i det rapportutkast som nu finns tillgängligt.

### 8.5. Val av jämförelsealternativ.

Huvudalternativet till Sunclay-systemet har varit konventionell oljeuppvärmning. Emellertid finns det ingen explicit uträkning i kalkylmaterialet som visar på vad detta alternativ kostar. Det är därför angeläget att en sådan kalkyl genomföres för att få ett underlag för jämförelser.

En huvudfråga är varför man i rapporten endast har studerat ett jämförelsealternativ (ofullständigt) till Sunclay-systemet. Varför har man t.ex. inte studerat kostnadskonsekvenserna av en eluppvärmning? Det är möjligt att konventionell oljeuppvärmning var bästa jämförelsealternativ år 1978 då Sunclay-systemet projekterades. Då kostade eldningsoljan 640 kr/m<sup>3</sup>. Men så är det knappast i dagsläget. År 1984 kostade eldningsoljan åtskilligt mer,

2500 kr/m<sup>3</sup> (under senare tid har de sjunkit igen betydligt). Däremot har elpriserna haft en relativt sett gynnsam utveckling. Det är därför möjligt att någon form av eluppvärmning i dagsläget representerar bästa jämförelsealternativ. Det är i så fall med ett sådant system som Sunclay-projektet skall jämföras. Därför bör minst ett sådant huvudalternativ också kostnadskalkyleras för att det skall vara möjligt att kunna bedöma värdet av att satsa på projektet av denna typ.

#### 8.6. Enhetliga eller säsongdifferentierade elpriser?

Vid en jämförelse mellan olika tekniker för att producera värme måste man beräkna vilka värdeskillnader som kan finnas, exempelvis beroende på under vilka perioder som huvuddelen av produktionen respektive konsumtion väntas inträffa (se Andersson & Bohm, 1981). Man kan komma att dra felaktiga slutsatser om alternativa produktionsteknikers konkurrenskraft, om man inte tar hänsyn till de olika elpriser och ytterst skillnader i rörliga kostnader vid produktion och distribution som förväntas gälla vid de tidpunkter då energin tas i anspråk av konsumenterna. Risken finns att man annars kan överskatta värdet av passiv solvärme. Detta innebär dock samtidigt att användning av olika slags lagringstekniker i samma mån kommer att gynnas vid en användning av viktade värden och få bättre framtidsutsikter. Låt oss nu illustrera detta med ett exempel utifrån följande förutsättningar, där solvärme finns tillgänglig endast sommartid.



Kalkyl

Enhetligt värde:	28 öre/kWh
Kostnad för solvärme:	10 öre/kWh
Kostnad för lagring:	K öre/kWh

Då gäller att om  $28 \text{ öre/kWh} - 10 \text{ öre/kWh} > K$ , så blir det lönsamt med lagring av solvärme.

Om man i stället har ett pris = kortsiktig marginalkostnad på 46 öre/kWh under vintern blir en lagring av solvärme från sommartid till vintertid 18 öre/kWh mera lönsamt. Betydelsen av att räkna efter viktade värden är uppenbar efter detta exempel.

Tidigare har vanligen lågspänd el erbjudits till enhetliga priser om ca. 28 öre/kWh plus fasta avgifter. Detta kommer att ändras inom en relativt snar framtid enligt Svenska Elverksföreningen. Sålunda räknar man med att elverken i stället kommer att erbjuda säsongdifferentierade elpriser, t.ex. 22 öre/kWh sommartid och 46 öre/kWh vintertid plus fasta avgifter. En sådan taxeförändring kommer att förändra förutsättningarna för Sunclay-systemet högst avsevärt. Om eluppvärmning i dagsläget är bästa jämförelsealternativ, så blir det givetvis betydligt mera lönsamt att säsonglagra värme. Värmelager i lera blir sålunda ett mer ekonomiskt intressant alternativ än tidigare. Detta borde givetvis bli belyst. När man skall optimera ett värmesystem räcker det ju inte med att variera fysiska storheter som solfångarlagrets storlek, lerlagrets storlek etc som man hittills har gjort. Om priserna kan väntas bli drastiskt förändrade, måste systemet också anpassas; annars är det fråga om en mycket begränsad teknisk, ej ekonomisk

optimering. Därför är det angeläget att i form av kalkyler få belyst hur lerlagrets lönsamhet kommer att förbättras vid en övergång till säsongdifferentierade elpriser. Men det kan hända att den förbättrade lönsamheten för lerlaget precis vägs upp av en försämrad lönsamhet i solvärmeledet sommartid; detta bör studeras. Andra former för energitillförsel som spillvärme kan också övervägas som alternativ till solvärme.

### 8.7. Marknadspotential, konkurrenter och osäkerhetens behandling.

För att kunna bedöma en innovations potentiella lönsamhet är det viktigt att klargöra vilka kostnadsfördelar som kan vinnas vid serieproduktion, när det är sannolikt att den nya tekniken kan slå igenom kommersiellt och vilken marknadspotential som man då kan räkna med. Klart är att Sunclay-tekniken begränsas till de områden som har lera. Det verkar också som om lönsamhet kräver att projekten har en viss minsta storlek; det kanske inte är aktuellt för villor? På dessa frågor skulle det vara bra att ha klara svar.

Det har framgått att Sunclay har minst en allvarlig konkurrent nämligen Sunstore (numera Future Energy). Hur pass allvarlig är denna konkurrens? Det har framgått att Sunclay saknar patent inom området medan däremot Sunstore har en hel patentportfölj. Patentinnehav ger vanligen bättre förutsättningar att nå goda marknadspositioner än om man inte har det, i synnerhet om man avser att sälja tekniken utomlands. Hur ser alltså Sunclays relationer till konkurrenterna ut? Sunclay satsar på lerlager medan Sunstore

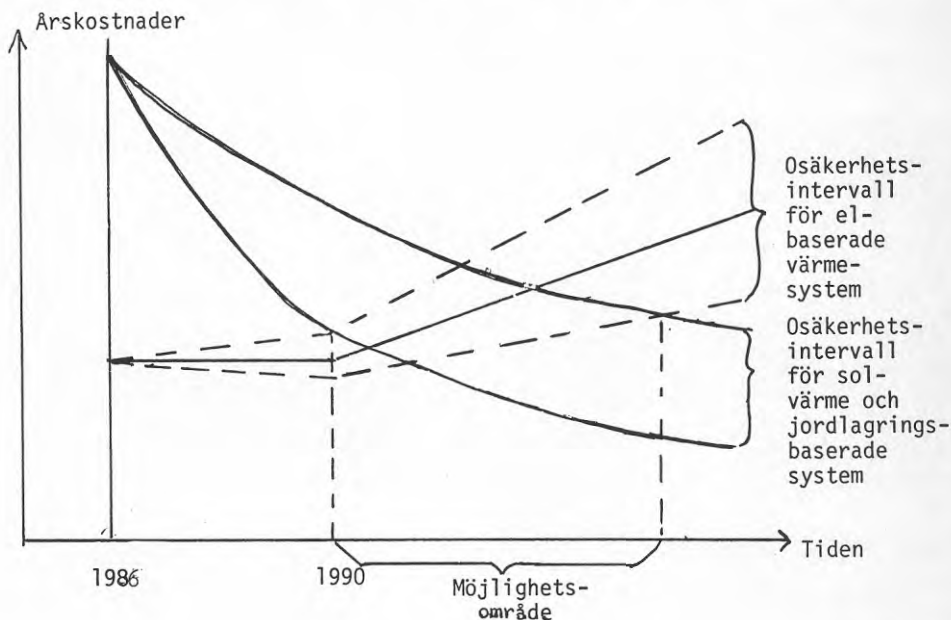
borrar för lager i berg. Vad betyder dessa skillnader, marknadsuppdelning eller vad?

Viktigt är att söka ringa in var den största osäkerheten för Sunclay-systemets framtida bärkraft ligger. Ligger osäkerheten i val av ekonomiska livslängder för vissa nyckelinstallationer? Eller är det fråga om olje- eller elprisutvecklingen etc.? Detta borde ha diskuterats och belysts med känslighetsanalyser.

Det finns ingen anledning att satsa på att få fram en aldrig så fulländad teknik, om det inte finns några förutsättningar för att den av egen kraft framgent skall kunna konkurrera på någon marknad. Huvudfrågorna är därför, när de kan förväntas bli lönsamma, hur lönsamma och på vilka områden. Eftersom såväl den tekniska utvecklingen som energiprisutvecklingen är osäkra, blir även tidpunkten för en framtida lansering en osäker fråga.

Låt oss belysa frågan om lansering av en ny energiteknik vid osäkerhet med vårt konkreta exempel, solvärme med jordvärmelagring. Genom forskningsinsatser och genom en standardisering av olika nya komponenter etc. kan man förvänta sig att kostnaden för ett värmesystem baserat på solvärme lagrad i jord kommer att sjunka något över tiden. Samtidigt så förväntas kostnaderna för alternativen att stiga över tiden. På längre sikt kommer som ovan påpekats kostnaderna för såväl olja som el att stiga väsentligt. Man kan då, om forskningen utfaller gynnsamt, vid någon framtida tidpunkt få en skärningspunkt mellan kostnaderna för värmesystem baserade på jordvärmelagring och "intäkterna" i form av inbesparingar för alternativa värmesystem baserade på olja eller el

på sätt som illustreras med osäkerhetsintervallet i figur 8.2. Är det troligt att ett kommersiellt genombrott kan förväntas inom en relativt nära förestående tidpunkt, bör intresset öka för omfattande satsningar på sådana projekt i dagsläget. Bedöms däremot sådana nära förestående genombrott som mindre sannolika - inte av de i projektet



Figur 8.2. Intervall för optimal tidpunkt för lansering av ny teknik under osäkerhet.

verksamma utan av oberoende experter - då bör man kanske vänta med mera omfattande satsningar, t.ex. i experimentanläggningar.

### 8.8. Miljöeffekter och risken för leveransstörningar.

Om bästa jämförelsealternativ är oljeuppvärmning, så skulle Sunclay-systemet kunna innebära att man reducerar de negativa effekter på miljön som följer av en renodlad oljeeldning. Detta är då en merkostnad som skall belasta oljeuppvärmningsalternativet i den mån detta inte redan speglas i beskattningen av olja. Emellertid används i Sunclay-systemet en dieselmotor, som ger upphov till en större mängd luftföroreningar i form av t ex kväveoxider än en konventionell oljepanna. Detta innebär därför i så fall närmast en merkostnad för Sunclay-systemet.

Om däremot eluppvärmning är bästa jämförelsealternativ måste man söka klarlägga vilka eventuella miljöeffekter som detta i stället kan innebära.

Om man ersätter oljeuppvärmning så reduceras den sårbarhet som är förknippad med en oljeimport. Detta är då en merkostnad som skall belasta alternativet oljeuppvärmning. Detta är dock inte längre så riskfyllt numera som på 70-talet då landet var betydligt mera sårbart genom sitt höga beroende av oljeimporten. I detta sammanhang bör det dessutom påminnas om de beredskapsavgifter som belastar oljeimporten.

Om i stället el är bästa alternativet så innebär detta givetvis också risker för leveransstörningar som bör klarläggas. Sunclay-systemet kan kanske också ha sina speciella risker för leveransstörningar. Dessa kan sammanhånga med att det är ett nytt, relativt komplicerat system för uppvärmning med solvärme, lerlager och värmepumpar.

### 8.9. Slutsatser.

Inom solvärmeområdet har det under det senaste decenniet satsats forskningsmedel på en rad spektakulära projekt med bl a dyrbara glasade solfångare. Ett flertal av dessa projekt har visat sig vara ekonomiskt ohållbara. Exempelvis låg värmekostnaderna för solvärmeanläggningarna i Ingelstads- och Lambohovsanläggningarna på 2 kr/kWh resp 1 kr/kWh (i 1984 års priser); se Abel, Dalenbäck & Jilar (1984). Mot denna bakgrund har projekt med lågtemperatursystem som kombinerar enkla och billiga solfångare med en säsongslagring av värmen i marken visat på betydligt lägre kostnader. Det har givit ett intryck av att vara fråga om mera realistiska alternativ till de konventionella uppvärmningsformerna.

Emellertid har den granskning som genomförts i detta kapitel visat att den kalkyl som legat till grund för BFR:s beslut om finansiering av Sunclay-systemet vid Lindälvsskolan i Kungsbacka är felaktigt gjord. Man har räknat fram en kostnad på 36.9 öre/kWh i 1984 års penningvärde på ett sätt som uppfattats som om detta var den totala kostnaden. Emellertid blir, som visats ovan, den totala företagsekonomiska kostnaden i stället 45.6 öre/kWh under de förutsättningar som man valt för kalkylen. Kalkylen ger ett vilseledande intryck. Detta gäller också det relativt omfattande försöket som gjorts att optimera Sunclay-systemet för framtiden. Denna värmekostnad kan jämföras med den som gäller för t ex oljeeldning i gruppcentraler på ca 30 öre/kWh i 1984 års priser; se Abel, Dalenbäck & Jilar. Även om man valde att jämföra med en högre

framtida gränskostnad för oljeeldning på t ex 40 öre/kWh motsvarande ett oljepris på 3000 kr/m<sup>3</sup> (se Abel, 1986), så synes ändå inte Sunclay-systemet kommersiellt gångbart om inte betydande kostnadssänkningar kan väntas genom fortsatt utvecklingsarbete.

Det huvudalternativ till Sunclay-systemet som studerats har varit konventionell oljeuppvärmning, dock ej i form av en klar alternativ kalkyl. Man har tyvärr inte gjort någon jämförelse med en eluppvärmning, som kanske kan vara bästa jämförelsealternativ i dagens läge. Därvid är det angeläget att man studerar utfallet både efter enhetliga och säsongdifferentierade elpriser. På grundval av dylika kalkyler skulle det kunna bedömas om liknande projekt kan bli lönsamma och i så fall när och på vilka områden. Det går inte att mera uttömmande bedöma dessa frågor förrän ansvariga för projektet redovisar ett kompletterande kalkylunderlag. En mera definitiv fullständig samhällsekonomisk bedömning av projektet måste därför anstå till dess att ett sådant föreligger. För en positiv bedömning av ansökningar om nya projekt med en liknande inriktning bör i framtiden krävas ett fullständigt och trovärdigt kalkylunderlag som - efter en granskning av oberoende experter - visar på en framtida kostnad som klart understiger den framtida kostnad som gäller för bästa konventionellt alternativ vid förväntad lanseringstidpunkt.

Referenser

Abel, E., Dalenbäck, J-O., Jilar, T.: Solvärmsystem med årslagring, R148:1984, Byggeforskningsrådet

Abel, E.: Ekonomiskt utrymme för alternativ inom ny energiteknik, Byggeforskningsrådet 1986

Andersson, R., Bohm, P.: Samhällsekonomisk utvärdering av energiprojekt, NE 1981:12

Andersson, R.: Värmeförsörjningsplaner för Storstockholmsområdet, Exemplet Västerås, R2:1984 Byggeforskningsrådet

Andersson, R., Bro till Fårö? En samhällsekonomisk utvärdering, R51:1984 Byggeforskningsrådet

Andersson, R., Samartin, A.: Optimal sequential decision-making analysis of R & D projects, (stencil), 1986

Arrow, K.: Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention, The Rate and Direction of Inventive Activity, National Bureau of Inventive Research, 1962

Arrow, K.: Unvertainty and Welfare Economics of Medical Care, The American Economic Review, Dec 1963

Arrow, K., Lind, R-C.: Uncertainty and the evaluation of public investment decisions, American Economic Review, 1970, vol.60

Arvidsson, G.: "Normativa aspektet", Läkemedelsindustrin, SOU 1969:36, sid 171-204

Asztély, S.: Investeringsplanering, Handelshögskolan i Göteborg, skriften 1965-2

Beckman, B., Carling, A.: Förhandlingsekonomi, ERU-rapport 1981

Bergknut, Elmgren, Hewzel: Investering i teori och praktik, Studentlitteratur, 1981



- Bohm, P.: Samhällsekonisk effektivitet, SNS, 1977
- Bohm, P.: I samhällets intresse?, SNS, 1977
- Bruzelius, N.: Planeringsmetodik (IPP-projekt), stencil 1983
- Cook, Russell: Introduction to Management Science, 1981
- Fishelson, G.: Measuring the benefits from an innovation. An application to energy. Energy Economics, No 1, 1979, sid 47-52
- Hagen, Sandemo: Kalkulationsrenten og projektvurdering, Oslo 1983
- Hakkarainen, E.: Att beräkna kostnader och lönsamhet för energiteknik, Efu rapport nr 5, 1983
- Hjalmarsson, L.: Val av kalkylränta för offentliga investeringar inom energiområdet, Bostadsdepartementet
- Honko, J.: Planering och kontroll av investeringar, Prisma 1977
- van Horne: Financial Management and Policy, Prentice Hall 1977
- Johansen, L.: The Bargaining Society and the Inefficiency of Bargaining, Kyklos 1979
- Kamien, M., Schwartz, N.: Market Structure and Innovation, Cambridge University Press, 1982
- Lind, R.: Discounting for Time and Risk in Energy Policy, Resources for the Future, 1982
- Marschak, J., Radner, R.: The Economics of Teams, 1971
- Moberg, E.: Värdering av insatser inom området Vindenergi, DFE-rapport nr 18, 1979
- Myhrman, J.: Varför växer den offentliga sektorn så snabbt? Ekonomisk Debatt, nr 5 1980

Rapp, B., Selmer, J.: Den samhällsekonomiska diskonteringsräntan inom energiområdet, BFR-rapport

Ribrant, G.: Stordriftsfördelar i industriproduktion, SOU 1970

Roberts, K., Weitzman, M.L.: Funding Criteria for Research Development and Exploration Projects, Econometrica, Vol. 49, No 5 1981 sid 1261-1287

Samuelsson, L.A.: Produktionskalkyler i industrin, 1984

Sellstedt, B.: Selection of Product Development Projects under Uncertainty, 1972, Bonniers

Spulber, D.F.: Research and Development of Backstop Energy Technology in a growing Economy, Energy Economics, Vol. 2, No 4 1980, sid 199-207

Ståhl, I.: Bostonrapporten, Ekonomisk Debatt nr 8 1978

Ståhl, I.: En ekonomisk teori för blandekonomin. Erfarenheter av blandekonomin, 1977

Ståhl, I.: Energikostnader och ränteantagande, Energitillförsel, Bilaga DsI 1978:10, 80-talets högspänningstariff, Svenska kraftverksföreningen 1982

Tell, B.: Investeringskalkylering i praktiken, 1978

Tullock, G.: Den politiska marknaden - en introduktion till public-choice skolan, 1982

Usher, D.: The Welfare Economics of Invention, Economica, 1964

Weitzman, M.: Optimal search for the best alternative, Econometrica, Vol.47, No 3 (May 1979)

Weitzman, M.: (assisted by Newey & Rabin); Sequential R&D strategy for synfuels, The Bell Journal of Economics, No 2 1981 sid 574-590

Wildawsky, A.: The politics of the budgeting process, 1964

Wildawsky, A.: Budgeting. A comparative theory of budgetary processes, 1975

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 830082-3  
från Statens råd för Byggnadsforskning till Sinova  
Organisationskonsult, Stockholm.**

**R63: 1986**

**ISBN 91-540-4591-6**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6706063**

**Abonnemangsgrupp:  
Ingår ej i abonnemang**

**Distribution:  
Svensk Byggtjänst, Box 7853  
103 99 Stockholm**

**Cirka pris: 40 kr exkl moms**