

Repliker och kommentarer*

INGOLF STÅHL

Är svensk fusionsforskning lönsam?

Kostnaderna för det svenska fusionsforskningsprogrammet kan bli så höga att den samhällsekonomiska lönsamheten av denna forskningssatsning kan ifrågasättas. Det är innebörden av Ingolf Ståhls debattinlägg, i räkneexemplets form, om den svenska fusionsforskningen.

En viktig del av den energipolitiska debatten gäller energiforskningens inriktning. Det är därför av väsentligt intresse att energiforskningsnämnden nu söker uppmuntra till en debatt kring den framtida energiforskningen, bland annat med utgångspunkt i boken *Energi i utveckling* (SOU [1980:35]).

När man söker få en överblick över den svenska energiforskningen genom läsning av nämnda bok, finner man att motiveringarna för satsning på olika områden har väsentligt olika grad av

utförlighet. Medan man för vissa områden nästan i detalj anger fördelarna med den föreslagna forskningen, finns det andra områden där sådana motiveringar nästan helt saknas.

Denna synpunkt gäller framför allt fusionsforskningen. Cirka 40 Mkr per år, eller cirka 8 procent av de totala medlen för energiforskning, satsas på detta område. Detta är mer än anslagen för t ex forskning om värmepumpar eller om energiodling. Trots att anslagen till fusionsforskning således är relativt sett betydelsefulla, ges ingen annan motivering för denna forskning än att det för att man skall vinna "insikt om förutsättningarna och konsekvenserna av ett framtida användande av fusionsreaktorer i Sverige" (SOU [1980:35] s 297), krävs en ganska omfattande svensk forskning på detta område. I andra sammanhang har fusionsforskning motiverats med att fusionskraften skulle bli "räddningen" när "kol och uran tar slut".

Som ekonom ställer man sig frågande till den potentiella, samhällsliga lönsamheten i investeringarna i fusionsforskning. Nu skall självfallet framhållas att huvuddelen av de svenska fusionsforskningsanslagen ingår som en del i ett internationellt samarbete och att Sverige inte har rätt att vara en "free rider", dvs att inte bedriva fusions-

INGOLF STÅHL är docent och tf professor i företagsekonomi vid Handelshögskolan i Stockholm. Hans forskning rör bl a den internationella kolmarknaden.

* I denna avdelning välkomnas kommentarer till tidigare bidrag samt korta inlägg med ekonomisk-politisk anknytning.

forskning, men sedan ändå få vinsterna härav. För att isolera denna synpunkt kan man som ett tankeexperiment utgå ifrån att Sverige får tillgång till fusionskraft *endast* om Sverige deltar i fusionsforskningen på nuvarande, eller liknande, sätt fram till dess fusionskraften fått sitt kommersiella genombrott. Frågan är då om fusionsforskningen i detta perspektiv är samhällsekonomiskt lönsam. En sådan kalkyl är självfallet oerhört svår att genomföra, men i princip inte svårare än ett antal långsiktiga kalkyler, som görs på det samhällsekonomiska området.

Kostnaderna för fusionsforskning

Jag skall här blott framkasta en första modellskiss som ett exempel på hur man skulle kunna gå vidare i sin bedömning. Man beräknar först summa slutvärde (med ränta på ränta) av alla forskningsanslag fram till fusionskraftens kommersiella genombrott, dvs starten för de första kommersiella leveranserna av fusionskraft i Sverige. I SOU[1980:35] anges (på s 121) att i bästa fall kan den första demonstrationsanläggningen stå färdig år 2010—2020. Om man sedan beräknar lite mindre optimistiskt och dessutom tänker på att tidsfördröjningen mellan världens första uranreaktor och den första kommersiellt lönsamma leveransen av uran kraft i Sverige var cirka 30 år, förefaller det inte orimligt att räkna med ett kommersiellt genombrottsdatum vid mitten av 2000-talet, dvs i vårt konkreta räkneexempel år 2050.

Om vi sedan finner att treårsanslagen för fusionsforskning ökat från 65 Mkr för perioden 1978/79—1981/81 till 116,4 Mkr för perioden 1981/82—1983/84, dvs med drygt 17 procent per år, dvs i reala termer över 7 procent per år, och vidare (på s 121 i SOU[1980:35]) läser att fusionsforskningsanläggningarna blir allt större och dyrbarare, är det kanske inte orimligt att i *ett* scenario räkna med en årlig tillväxttakt i reala termer för fusionsforskningsanslagen om 5 procent. Om vi då räknar med 4 procent real ränta¹ skulle vi få ett total-

värde år 2050 av alla svenska fusionsforskningsanslag fram till detta datum, inklusive ränta, på nära 70 miljarder kronor.

Dessa kostnader härrör sig således enbart till kostnader för *fusionsforskning* och innehåller *ej* några investeringskostnader för kommersiella anläggningar. Frågan är nu under vilka omständigheter, som dessa forskningskostnader skall kunna vara samhällsekonomiskt räntabla. Det enklaste sättet att uppskatta detta är att sprida ut dessa totalkostnader som en kostnad för samtliga i framtiden i Sverige använda kWh fusionsenergi. För att kunna göra detta måste man först göra något antagande om den totala framtida svenska fusionsenergiproduktionen. Det förefaller i detta sammanhang rimligt att tänka sig en gradvis uppbyggnad av produktionen. I vårt exempel antar vi en viss startnivå år 2050, t ex 10 miljarder kWh och en viss slutnivå i slutet av uppbyggnadsskedet, t ex år 2075 om t ex 30 miljarder kWh. Därefter produceras fusionskraften för evinnerlig tid och med viss årlig tillväxt, t ex 1 procent per år. Om vi nu räknar med 4 procent ränta, och fördelar kostnaderna på varje framtida kWh så att varje kWh vid leveranstidpunkten belastas med samma belopp, får vi en kostnad enbart för forskningen om cirka 8 öre per kWh.

Drifts- och investeringskostnader

Som nämnts omfattar denna kostnad endast forskning och alltså *inte* några investeringar i kommersiella anläggningar. För att denna forskningssatsning skall vara samhällsekonomiskt lönsam skulle det enligt detta räkneexempel krävas, att de normala investe-

¹ 4 procent är den kalkylränta, som används för t ex Vattenfalls investeringar. På 100 års sikt och mer kan kanske denna ränta förefalla i överkant. Fusionsforskningsinvesteringen involverar emellertid en betydligt högre grad av osäkerhet än t ex investeringar i skogsplanering i norra Norrland. Man kan därför se t ex 2 procent av de 4 procenten som en slags extra riskpremium och de återstående 2 procenten som en långsiktig diskontefaktor för mer säkra investeringar.

rings- och driftskostnaderna för ett fusionskraftverk måste vara minst 8 öre lägre per kWh än det billigaste alternativets kostnader. Om man antar att investeringskostnaderna i ett fusionskraftverk ej skulle vara lägre än investeringskostnaden i ett vanligt kärnkraftverk, och för enkelhets skull även antar att kostnaderna för bränslehantering (typ anrikning etc) vore likvärdiga, dvs att man helt kan koncentrera sig på de knappa urantillgångarna, skulle detta innebära att uranbränslet måste kosta minst åtta öre per kWh under perioden 2050 och framåt.

Denna kostnad om 8 öre (i dagens penningvärde) per kWh för uran skall jämföras med att PG Edblads och L Modéns i SIND [1982:8] uppskattar motsvarande kostnad för fasta köp av uran att uppgå till 1,2 öre i början på 1990-talet. För att fusionsforskningsinvesteringarna skulle bli lönsamma krävs det således, enligt detta exempel, att uranpriserna i *reala* termer skulle nära nog sjudubblas. Likaså krävs att alla andra alternativa energislag, framför allt kol, genomgår en liknande drastisk prishöjningsprocess.

Ingen brist på "billigt" kol

Bland annat mot bakgrund av de drastiska oljeprishöjningarna skulle man kanske vara benägen att tro på en sådan utveckling för uran och kol. Jag skall dock här peka på några faktorer som gör att jag tror att en sådan utveckling, åtminstone på kolsidan, *ej* kan ges någon hög sannolikhet.

Till skillnad mot olja, där tillgångar med låga utvinningskostnader (t ex under \$ 10 per barrel) enligt viss expertis kan förutses börja ta slut inom de närmaste 50 åren (åtminstone vid 1972 års konsumtionsnivå), så förefaller marginalkostnaden vid kolbrytning komma att stiga betydligt långsammare jämfört med nuläget. Jag har i samband med ett kolmarknadsprojekt byggt upp en interaktiv kolbrytningskostnadsmodell, i form av en man-datordialog, som används för att låta kolexperter från olika länder bestämma en långsiktig margi-

nalkostnadsprognos. Av speciellt intresse vid dess preliminära användning har varit att sovjetiska kolexperter indikerat en väsentligt flackare marginalkostnadskurva över tiden än som indikerats i viss västerländsk litteratur. Man förefaller anse att den teknologiska utvecklingen i Sovjet mer än väl skall kompensera det faktum att man över tiden måste gå till allt sämre belägna koltillgångar. Även för USA torde enligt vissa experter jag prövat modellen på motsvarande förhållande kunna föreligga. Mot bakgrund av bland annat dessa preliminära undersökningar är det min hypotes att under t ex de närmaste 75 åren torde brist på "billigt" kol ej uppstå på grund av radikalt höjda marginalkostnader för dess brytning.

Även om man kan förvänta sig vissa förändringar av marknadsformen för kol, förefaller antalet producentländer med relativt måttliga framtida marginalkostnader för kol vara så pass högt, att en mer permanent kolkartell framstår som mindre sannolik. De drastiska kolprishöjningar som krävs för att svensk fusionsforskning enligt ovanstående scenario skulle vara lönsam är därmed inte särskilt troliga.

Min gissning är således att fusionskraften enligt det ovanstående presenterade scenariot knappast är samhälls-ekonomiskt lönsamt.

Flera alternativ

Det skall dock framhållas att vi ovan, av främst pedagogiska skäl, inskränkt oss till att här presentera endast *ett* scenario. Ett stort antal alternativ är dock tänkbara, och kanske lika troliga som det presenterade. Vi kan således variera t ex tidpunkten för fusionsgenombrottet, fusionskraftens produktionsutveckling, forskningskostnadernas tillväxttakt, kalkylränta, etc, och därigenom få andra kostnader per kWh för denna fusionsforskning. I Ståhl [1983] presenteras den använda modellen med ett enkelt datorprogram, som möjliggör genererandet av alternativa scenarier. Denna modell kan vidare byggas ut för mera breda analysansatser.

Min huvudtanke är således ingalunda att fastslå att fusionsforskningen är olönsam. I stället vill jag starta en dialog, där man söker precisera de scenarier för fusionsforskningen, satt i relation till övriga energislag, under vilken den är samhällsekonomiskt lönsam respektive olönsam.

Referenser

- SIND 1982:8, *Försörjningstryggheten för olja, kol och uran*. Stockholm.
- SOU 1980:35, *Energi i utveckling*. Program för forskning, utveckling och demonstration inom energiområdet. 1981/82—1983/84 (EFUD 1981) Stockholm.
- Ståhl, I., [1983], Kommentarer beträffande SOU 1980:35 och det statliga energiforskningsstödet. Working paper, EFI, Stockholm.