

Kolets miljöeffekter — ett ekonomiskt problem

En marginell reduktion av svavelutsläppen i Sverige medför en samhällsekonomisk intäkt på åtminstone 10 400 kr/ton svavel. Därmed finns det goda skäl att snarast införa en avgift på minst 10 400 kr/ton utsläpp svavel i Sverige. En sådan avgift skulle skapa ekonomiska incitament till effektivt utnyttjande av kända reningsmetoder samt utveckling av nya.

Under det senaste decenniet har det kommit allt starkare signaler om miljöproblem som till stor del härrör från atmosfäriska utsläpp vid förbränning av kol och olja. Ett exempel är försurningen av skandinaviska sjöar. Andra exempel är den hotande skogsdöden i Central-europa och det försurande nedfall som Kanada mottar från USA.¹ De ansvariga föroreningarna är främst svavel och kväve samt de reaktionsprodukter dessa bildar på sin väg från utsläppskällan. Ett speciellt problem i sammanhanget är att dessa ämnen sprids över mycket stora områden; miljöproblem i ett land kan alltså bero på utsläpp i ett annat land.

Syftet med denna artikel är att analysera ett speciellt problem i samband med kolets miljöeffekter. Frågan gäller

vilka åtgärder som i Sverige kan vara motiverade från samhällsekonomisk synpunkt för att rena utsläppen vid kolförbränning.

Beräkningar behövs

De högre oljepriserna, beslutet om avveckling av kärnkraften m fl faktorer har ökat kolets konkurrenskraft. Den huvudsakliga orsaken till att detta inte lett till en snabb ökning av kolanvändningen i Sverige är att det här finns en mer utbredd oro för kolets miljöeffekter.

I rapporten "Kolets hälso- och miljöeffekter"² behandlas tekniker och kostnader för olika sätt att rena utsläppen vid kolförbränning. Någon beräkning av miljöeffekternas kostnader redovisas däremot inte. För en sådan kostnadsbestämning krävs, förutom identifiering och kvantifiering av de aktuella effekterna, en omräkning till monetära storheter. Detta upplevs ofta som motbjudande och/eller omöjligt; hur skall man kunna värdera livet i en sjö, eller människors hälsa, i pengar?

Civilekonomerna THOMAS ANDERSSON och JOHAN ÅSHUVUD är båda nyutexaminerade från Handelshögskolan i Stockholm. Deras examensarbete var inriktat på en samhällsekonomisk analys av kolförbränningens miljöproblem.

¹ Davis, J.A. [1983].

² Projekt Kol-Hälsa-Miljö, Kolets hälso- och miljöeffekter [1983].

Trots uppenbara svårigheter är det betydelsefullt att sådana beräkningar företas. Oavsett om vi vill kännas vid det eller inte, ligger monetära värderingar av detta slag till grund för åtskilliga beslut i samhället och i den enskildes liv. Som exempel kan nämnas beslut om storleken på samhällets sjukvårdskostnader, beslut om åtgärder som minskar risken för barnolycksfall i trafiken m m.

Det är emellertid inte ovanligt att den moraliskt betingade tveksamheten mot explicita kalkyler kring beslut som dessa bottenar i en missuppfattning om kalkylernas innebörd. I en samhällsekonomisk analys värderas inte enskilda människor utan sk statistiska liv. En människa kan inte betala nog för sitt barns hälsa. Men hon betalar inte hur mycket som helst för att reducera sannolikheten för att en tänkbar olycka skall inträffa.

I fallet kolförbränning föreligger en beslutssituation i vilken svårgripbara poster av detta slag förekommer. Avsikten är här att utveckla ett konsistent beslutsunderlag genom att i princip ta hänsyn till samtliga kostnads- och intäktsposter och att värdera dessa poster i ett samhällsekonomiskt perspektiv. Därvid är utgångspunkten att värdet av en förändring är "vad befolkningen maximalt är villig att betala för att en förändring ska uppnås" eller "den kompensation befolkningen minst begär för att godta en försämring". Kostnaden för att åstadkomma den aktuella förändringen bestäms med utgångspunkt i de använda resurserna i bästa alternativa användning.

Svavel mest kontroversiellt

Orsakerna till att studien behandlar svavel är dels att denna förorening idag anses ge de allvarligaste effekterna, dels att förekomsten av ett flertal reningsmöjligheter gör utsläppsfrågan högst kontroversiell. Svavelutsläppen kan be-

gränsas med åtgärder före förbränningen, under förbränningen eller genom sk rökgasavsvavling. Den senare kategorin av metoder kräver installation av dyrbar utrustning, men är samtidigt det enda alternativet vid mycket långtgående reningskrav. Vad gäller stoftavskiljning och begränsning av kväveutsläppen från kolförbränning råder idag jämförelsevis stor enighet i Sverige om vad som är rimliga reningskrav.

Beräkningar på marginalen

I det följande skall vi redovisa en kalkyl över de samhällsekonomiska marginalintäkter och marginalkostnader som är förenade med några olika alternativ för rökgasrening vid kolförbränning i Sverige. De intäkter som denna typ av rening kan medföra utgörs av de skadeverkningar på hälsa och miljö som uteblir vid minskade svavelutsläpp. Att beräkningen utförs på marginalen innebär att den inte avser totalkostnader av vare sig rening eller effekter. Den hänför sig istället till kostnad/intäkt per ton svavel minskat utsläpp vid en antagen kolanvändning.

Den optimala reningsnivån utgörs av den nivå där marginalkostnaden blir lika stor som marginalintäkten. Man ska maximera så länge som den ytterligare nyttan är större än den ytterligare kostnaden. Om marginalkostnaden överstiger marginalnyttan värderar inte samhället rening lika högt som den konsumtion av varor och tjänster som, på grund av kostnaden för reningsåtgärderna, måste uppges. En numerisk bestämning av denna optimala nivå blir, om den kan göras fullständig, ett konsistent beslutsunderlag för valet av reningsnivå i Sverige.

Förutsättningar

I enlighet med den prognos som gjorts av EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme), antas svavel-

nedfallet uppgå till 630 000 ton per år vid sekelskiftet. Beräkningarna av marginalintäkten utgår från aktuella utvecklingstrender. Således är effekterna regionalt uppräknade från dagens situation. För de lokala effekterna, vilka härrör från en förhöjd svaveldioxidhalt i atmosfären, antas luftkvaliteten i övrigt motsvara dagens förhållanden. Utbyggnaden av kolkraften antas äga rum i enlighet med Kol-Hälsa-Miljöprojektets åskådningsexempel. De spridningsmodeller som utarbetats i denna rapport utgör också utgångspunkten för våra antaganden om den geografiska fördelningen.³

En viktig begränsning är att marginalintäkten antas vara konstant på en nivå som motsvarar ett genomsnitt över det intervall som berörs i det aktuella fallet. Detta är en rimlig approximation vad avser regionala effekter, där utsläppen från inhemsk kolförbränning, också vid en stor framtida utbyggnad, endast svarar för en liten andel av det totala nedfallet. För de lokala effekterna är situationen däremot en annan. Tröskelvärden⁴ talar för att marginalintäkten i detta fall avtar då reningsnivån höjs, men detaljkunskapen om mekanismerna är inte tillräcklig för att exakt bestämma marginalintäktskurvans utseende.⁵ Samtliga värden uttrycks i 1982 års priser.

Beräknade intäkter

I *tabell 1* finns en förteckning över hälso- och miljöeffekter samt huvudrubriker på kostnadssidan. Kvantifieringen av effekten är av naturvetenskaplig natur och presenteras endast kortfattat. I regel har denna utförts som en omräkning av resultat i tidigare studier. Det bör betonas att problemen är avsevärda, och att tillämpbara forskningsresultat saknas på vissa områden. I många fall uppträder eller förstärks effekter genom samverkan av flera föroreningar och det är svårt att renodla effekten av

svavel och dess reaktionsprodukter.

Med den förnyade uppmärksamhet detta område erhållit kan underlaget dock snabbt förbättras. De inventeringar av skogsbeståndet i södra Sverige som idag utförs kan möjliggöra mer tillförlitliga värden för skogen. För en del effekter har emellertid kvantifiering överhuvud taget inte varit möjlig. Dessa inkluderas likväl i *tabell 1*. I *tabell 2* återges de poster på intäktssidan som ingår i den slutliga kalkylen.

För de poster som varit möjliga att kvantifiera och värdera i monetära storheter, har vi kommit till följande slutsatser:

Skog och åkermark

Lokala skador på växtligheten förekommer i stadsregioner, där en del arter försvinner till följd av de höjda halterna av föroreningar. Försurningseffekter på skogen bedöms dock bli en betydligt allvarligare effekt av svavelutsläppen. I Centraleuropa har skador varit uppenbara sedan ett par år: minskad motståndskraft mot insektsangrepp och stormskador, i vissa fall omfattande

³ Projekt Kol-Hälsa-Miljö, Kolets hälso- och miljöeffekter — Underlagsdel 2 [1983] sid 660.

⁴ Sambandet mellan halten föroreningar i luften och dess effekter på främst människors hälsa (sk dos-responsfunktioner) visar ofta reaktioner först då ett tröskelvärde överstigs. Nedanför detta finns då ett "lågdosområde" där inga effekter uppträder. Se vidare OECD [1981].

⁵ I en fullständig analys kan en typ av utsläppskälla inte betraktas isolerat. Hänsyn måste tas till samtliga upphov till föroreningen så att medel för utsläppsbegränsning används på effektivast möjliga sätt. Reningen av olika utsläpp bör i sin tur infogas i något slags miljöhusställningssystem (se vidare Mäler, K-G. [1980] sid 98—106). En isolerad jämförelse mellan marginalkostnad och marginalintäkt vid kolförbränning är tillräcklig endast om marginalintäkten kan antas vara konstant över intervallet för *samtliga* svenska svavelutsläpp. På grund av det stora bidraget från omvärlden är detta inte orimligt vad gäller regionala effekter. För de lokala effekterna kommer dock studier av olika utsläppskällor att gripa in i varandra.

Tabell 1. Begränsning av svavelutsläpp vid kolförbränning

<i>Intäkter¹ (uteblivna kostnader)</i>		<i>Kostnader</i>
<i>A Regionala effekter</i>		<i>A Vid val av rokgasavsvavling</i>
<i>(i) Skog</i>		— Fast K: Installation av utrustning
● a) Produktivitet i skogsbruket	● <i>B Lokala effekter</i>	— Rörlig K: Kalkdosering m m
b) Rekreativsvärde	<i>(i) Växthghet</i>	
c) Optionsvärde	a) Skog	
	● b) Grodor	
	c) Andra växter	
	<i>(ii) Korrosion (atmosfärisk)</i>	<i>B Åtgärder under förbränning</i>
<i>(ii) Åkermarkens produktivitet</i>	● a) Metallkonstruktion	— Fast K: Vid val av förbränningsteknik
	b) Kulturminnen — konstnärligt värde	— Rörlig K: Kalkdosering m m
<i>(iii) Sjöar och vattendrag</i>	● <i>(iii) Halsä (luftföroreningar)</i>	<i>C Åtgärder före förbränning</i>
● a) Fiskens värde		— Prisvariationer beroende på kolets svavelhalt
● b) Rekreativsvärde		— Kostnader i samband med byte av leverantör m m
● c) Optionsvärde		— Kostnader för tvättning av bränsle o d
<i>(iv) Hälsa (främst dricksvatten)</i>		
<i>(v) Korrosion (på marknivå och under jord)</i>		

● = Effekter som värderats.

¹ Kolförbränning kan även bidra till "globala effekter", vilka emellertid beror främst på förhöjd koldioxidhalt i atmosfären samt kväveoxidens inverkan på ozonskiktet snarare än svavlet i utsläppen.

skogsdöd. Det som talar för nära förestående effekter i Sverige är dels observationer i de södra delarna, dels att jordens motståndskraft, buffertkapaciteten, är låg i Skandinavien och att den försvagats avsevärt under de senaste 10—20 åren.⁶ Den nivåbestämning som ligger bakom kvantifieringen svarar mot en total årlig tillväxtminskning i skogarna i södra Sverige med knappt 1 procent mellan 1980 och år 2000. Med anledning av de signaler som inkommit det senaste halvåret kan den verkliga skadan visa sig vara avsevärt större.

Värderingen av det virke som räddas genom minskade svavelutsläpp bygger bl a på en kostnadsuppskattning i vilken leveranspriset minskas med halva drivningskostnaden för att beakta möjligheten till annan sysselsättning för produktionsfaktorerna.⁷ Med ett antagande om konstant marginalintäkt för den totala svaveldepositionen över landet, erhålls en approximativ marginal-

intäkt på 370 kr per ton utsläppt svavel.

Det är troligt att även omfattande rekreativ- och optionsvärden existerar för skogen på samma sätt som för sjöar och vattendrag (se nedan). Sådana värden kan förekomma för såväl regionala som lokala effekter på skog och annan växtlighet. Några undersökningar finns emellertid inte att tillgå på detta område.

Även för jordbruket finns hot om sämre avkastning p g a försurning av jorden. Tillväxten hämmas dock främst lokalt när svaveldioxidhalten stiger i atmosfären. Utgångspunkten för beräkningen är en empiriskt bestämd dosresponsfunktion för rågräs — vilket i detta avseende anses representativt för de viktigaste grödorna.⁸ Resultatet blir ca 40 kr per ton svavel i marginalintäkt.

⁶ Kommittén Miljö 82 [1982] sid 76—77.

⁷ Hiller-Lundgren [1978].

⁸ OECD [1981] sid 86.

Hotet om försurning av åkerjorden föranleder emellertid ingen beräkning, då den avgörande utvecklingen i detta fall äger rum inom jordbruket självt. Bruket av ammoniumhaltiga gödselmedel är av klart större betydelse.

Sjöar och vattendrag

Svavelutsläppen transformeras med hjälp av biologiska undersökningsresultat till effekter i form av antal km² sjö (eller kg fisk) som "förskonas från försurning" om man renar rökgaserna. Kvantifieringen svarar enkelt uttryckt mot ca 1/1200 km² "försurat vatten" per år och tillfört ton svavel. Insjöfiskar, kräftor, lax, öring och harr värderas till ett genomsnitt av detaljhandelspriserna och priserna i grossistledet. Denna värdering motiveras av att yrkesfiske inte förekommer i större utsträckning i de försurningshotade områdena. Fiske till husbehov föranleder inga påtagliga rörliga kostnader och fisken säljs inte via officiella kanaler. Fiskaren kan betrakta sin fångst antingen som utgiftsbesparande (då den ersätter "köpefisk") eller som en möjlig inkomstkälla (då den kan säljas till en grossist). Dessa alternativ är båda rimliga, varför medelvärdet väljs.

Utöver detta har fisket ett värde som källa till rekreation. Jon Strand har studerat Gaula-floden i södra Norge och skattat en efterfrågekurva för sportfiske genom att studera resekostnader och besöksfrekvenser.⁹ Efter omräkning till svenska förhållanden har denna gett ett genomsnittligt värde per km² och år för den ökade rekreation reningen möjliggör.

En tredje komponent för betalningsviljan är det s k optionsvärdet — värderingen av möjligheten att i framtiden ha kvar en ren sjö eller ett vattendrag som man för tillfället inte nyttjar. I en norsk studie av betalningsvilja via skattsedeln för att bevara insjöfisk¹⁰ framkom ett sådant värde.

Tabell 2. Värderade intäkter (kr/ton svavel)

Skog	370
Grödor	40
Sjöar och vattendrag	
Fiskens värde	30
Rekreativvärde	14
Optionsvärde	36
Hälsa	7 550
Korrosion	2 370
	10 410

Omräknat till det här aktuella fallet uppgår optionsvärdet till 36 kr per ton svavel, vilket adderat till fiskens värde som föda (30 kr) och rekreativvärdet (14 kr) ger en marginalintäkt på 80 kr per ton svavel.

Hälsoeffekter

De lokala hälsoeffekterna (B (iii) i *tabell 1*) uppstår genom en rad svårrelaterade faktorer och utgörs av luftvägs-sjukdomar, cancer och förändringar i arvsanlagen. Med hjälp av Lave/Seskins empiriskt bestämda antagande om ett linjärt samband mellan luftens sulfathalt och ökad dödlighet kan dessa effekter kvantifieras. Förändringen i sjuklighet och i dödlighet antas vara densamma.¹¹ Sjukdom medför kostnader för hälsovård samt minskad produktivitet i yrkeslivet. Den uteblivna sjukligheten värderas följaktligen till summan av icke realiserade utgifter för hälsovård samt förhindrad produktivitetens minskning.

Den minskade dödligheten värderas här i enlighet med den mest kända ana-

⁹ Strand, J. [1979].

¹⁰ Strand, J. [1981].

¹¹ L. Lave och R. Seskin har presenterat forskningsresultat från USA om sambandet mellan luftföroreningar och hälsa i bl a "Air Pollution and Human Health" [1977]. Med hjälp av dessa har Miljöverndepartementet i Oslo tagit fram hälsointäkter vid övergång till lågsavlig olja. Kvantifieringen består här av en omräkning av resultaten i denna studie till våra förhållanden.

lysen på området — Thaler/Rosens analys av löneskillnader till följd av ökad risk för dödsfall i arbetet. Resultatet av hela hälsoberäkningen blir 7 550 kr per ton svavel, vilket naturligtvis utgör ett ytterst approximativt värde.

Även regionala hälsoeffekter finns omnämnda i *tabell 1*. Försurningen ger ökad rörlighet åt metalljoner i marken och i ekosystemen. Främst kvicksilver och kadmium i dricksvatten kan komma att föranleda hälsoproblem i framtiden.

Korrosion

Den förhöjda svavelhalten i atmosfären ger lokalt upphov till frätning på metaller och andra oorganiska ämnen. På basis av beräkningar som utförts av Korrosionsinstitutet i Stockholm och NILU i Norge behandlas här två viktiga material, zink och stål. Den framräknade marginalintäkten, 2 370 kr, visar på de årliga besparingarna för varje ton renat svavel. Detta kan vara en underskattning av den totala atmosfäriska korrosionen, eftersom material som koppar, nickel, kalksten och sandsten inte inkluderats. Omräkning från norska förhållanden och svårbedömda hänsyn till utsläppskällornas lokalisering kan emellertid ge felutslag i båda riktningarna.

Exempel på ytkorrosion och korrosion under jord (A (v) i *tabell 1*) är vattenskador i bostäder, sönderfräta vägtrummor och telekablar. Några dos-responsfunktioner finns inte att tillgå, varför marginalintäkten inte kan beräknas idag.

Summering av intäktssidan

Den marginalintäkt som framkommit uppgår till 10 410 kr per ton utsläppt svavel (se *tabell 2*). Värderingen av främst hälsoeffekterna är dock osäker. Extremvärdena i de intervall Thaler/Rosen anger för värdet av statistiska

människoliv resulterar i belopp varierende mellan 8 610 och 12 210 kr i total marginalintäkt per ton svavel. Humankapitalansatsen ger betydligt lägre intäkt, medan andra metoder leder till avsevärt högre skattningar.

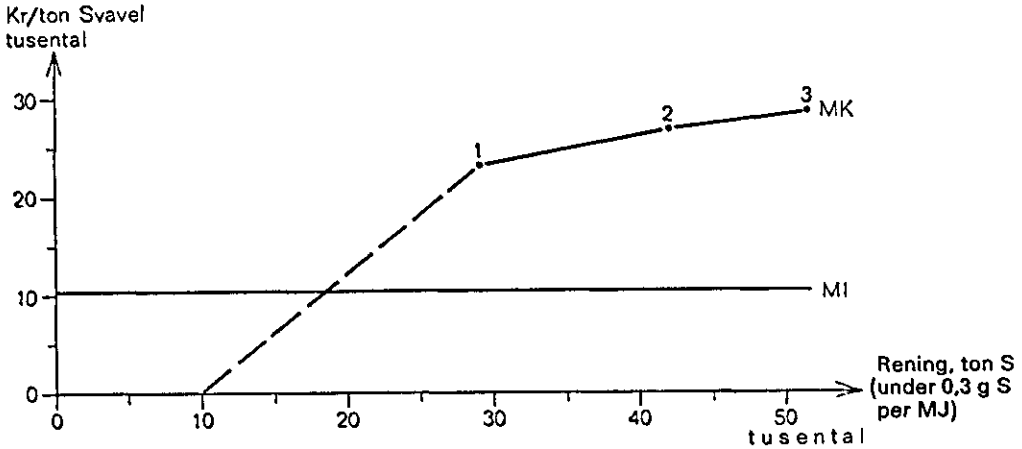
På kvantifieringsstadiet är osäkerheten genomgående stor för de lokala effekterna där t ex högre skorstenar kan minska skadorna. Å andra sidan erhålls då större spridning av föroreningarna, vilket inte kan betraktas som önskvärt med hänsyn till de internationella komplikationerna. Även effekterna på skogen är behäftade med stor osäkerhet. Det gäller genomgående för försurningens förlopp att genomslaget i naturen är avhängigt komplicerade processer. Därmed försvaras tidsbestämningen av skadorna.

Beräknade kostnader

Marginalintäkten av rening, 10 410 kr, ska ställas mot marginalkostnaden för densamma, 25 000 till 30 000 kr per ton svavel vid de reningskrav som diskuteras i dagsläget. Denna kostnad är baserad på antagandet att den nyligen utvecklade våt—torra utrustningen för rökgasavsvavling kommer att motsvara förväntningarna. Med sk våt utrustning, för vilken mer tillfredsställande driftserfarenhet finns, är kostnaden 10—25 procent högre. Som framgår av *diagram 1* har kurvan för marginalkostnaden konstruerats utifrån några av de förslag till reningskrav som framförts (punkterna 1—3).

Vid förbränning av kol med 0,8 procent svavelhalt uppstår, om inga särskilda reningskrav vidtas, ett utsläpp på ca 0,3 gram svavel per megajoule tillförd energi. Något förenklat har man föreslagit att begränsa utsläppen till 0,1 gram per megajoule räknat som årsmedelvärde, vilket kan uppfyllas endast genom rökgasavsvavling. Förslagen skiljer sig i fråga om hur långt ner i

Diagram 1. Marginalkostnad och marginalintäkt: Beräkning



Figuren visar relationen mellan marginalkostnad och marginalintäkt i det fall som motsvarar Kol-Hälsa-Miljö-projektets åskådningsexempel 2, dvs den situation som bedöms mest trolig år 2000. I diagrammet representerar:

- Punkt 1. 0,1 gram svavel/MJ för anläggningar med totala utsläpp över 1600 ton svavel per år.
- Punkt 2. 0,1 gram svavel/MJ för anläggningar med totala utsläpp över 800 ton svavel per år.
- Punkt 3. 0,1 gram svavel/MJ för anläggningar med totala utsläpp över 400 ton svavel per år.

"Kurvan" till vänster om punkt 1 utgör en linjär approximering. Den inledande kostnadsfria reningen beror på att någon prisskillnad i dagsläget knappast föreligger mellan kol med 0,8 procent och 0,67 procent svavelhalt. Normalt torde dock en sådan övergång föranleda kostnader.

anläggningsstorlek man vill tillämpa detta reningskrav. Rökgasavsvavling är kostsammare ju mindre anläggningen är, främst beroende på den höga fasta kostnaden.

Jämfört med den gräns på 1600 ton svavel i årligt utsläpp från en anläggning, som blev resultatet av riksdagsbehandlingen 1981 (punkt 1, *diagram 1*),¹² föreslog regeringen i proposition 1981/82:105 kravet 0,1 gram per megajoule för anläggningar med utsläpp på 800 årston t o m 1989 (punkt 2, *diagram 1*) och därefter 600 årston. Naturvårdsverket har gått längre och förordade 1981 att kravet borde gälla för anläggningar med utsläpp på 400 ton svavel om året (punkt 3, *diagram 1*).

Slutsatser

Den hittills förda diskussionen kan, som i *diagram 1*, sammanfattas i "kurvor" som representerar de samhällsekonomiska, marginella kostnader och intäkter som är förenade med genomförandet av specifika åtgärder i syfte att reducera svavelutsläppen i Sverige. Skärningen mellan dessa "kurvor" anger, i princip, den från samhällsekon-

¹² 1 600 ton svavel per år utgör snarast en målsättning. Avsikten är att dispens ska kunna beviljas under en övergångsperiod för ett utsläpp om högst 2 100 ton svavel per anläggning och år, dock längst till 1988.

För mindre anläggningar gäller sedan 1981 0,24 gram svavel per megajoule. Riksdagen antog dock våren 82 en tillfällig lättnad till 0,3 gram per megajoule t o m 1987.

misk synpunkt optimala reningsnivån; i denna punkt är ju den samhällsekonomiska marginalkostnaden för ytterligare rening lika stor som den samhällsekonomiska intäkt som en marginellt ökad rening skulle medföra.

En snabb blick på *diagram 1* leder till slutsatsen att inget av de tre studerade reningsalternativen uppvisar tillfredsställande samhällsekonomisk lönsamhet. Reningens samhällsekonomiska intäkt skulle behöva vara mer än dubbelt så hög som den här beräknade för att punkt 1 i diagrammet skall vara lönsam. Det finns således starka ekonomiska skäl att avvisa just dessa förslag till reningsåtgärder, även om osäkerheten i intäktsberäkningen motiverar en brasklapp.

Begränsad räckvidd

Det måste emellertid understrykas att denna slutsats har en ganska begränsad räckvidd. Skärningen mellan de två kurvorna i *diagram 1* representerar den optimala reningsnivån endast under förutsättning att de tre studerade åtgärdspaketerna är de enda möjligheterna att reducera svavelutsläppen. Men detta är med största sannolikhet inte fallet. Det kan mycket väl finnas åtgärder som leder till motsvarande utsläppsreduktion till lägre kostnad.

Exempelvis är beräkningen av marginalkostnaden vid punkterna 1—3 baserad på antagandet att samtliga berörda anläggningar uppfyller respektive reningskrav. Om man frångår kravet på likformig rening för en given anläggningsstorlek, är det sannolikt att utsläppen kan begränsas till väsentligt lägre kostnad. Sedan t ex installation av utrustning för rökgasavsvavling väl kommit till stånd, kommer man i vissa fall att kunna sänka utsläppen ytterligare — från 0,1 till 0,05 gram svavel per megajoule endast genom förändrad kalkdosering — till blygsam merkost-

nad. Mer långtgående rening vid anläggningar med goda förutsättningar kan m a o kompensera utsläpp från andra föroreningskällor. Vidare är marginalkostnaden svårbestämbar till vänster om punkt 1 då en rad alternativa metoder finns att tillgå för en begränsning av utsläppen. Faktorer specifika för det enskilda fallet bestämmer ofta vilken metod som är effektivast.

Ett annat förhållande av betydelse i sammanhanget är att nära 4/5 av svavelnedfallet över Sverige kommer från utsläpp i omvärlden. Samtidigt stannar endast omkring 1/3 av de svenska svavelutsläppen inom Sverige. En del av de samhällsekonomiska intäkter som en begränsning av de svenska svavelutsläppen medför tillfaller alltså andra länder (gäller "endast" regionala effekter).

Detta visar att svavelproblemet i högsta grad är ett internationellt problem. Det visar också att åtgärder riktade mot de svenska svavelutsläppen kanske inte är det helt igenom bästa sättet att begränsa svavlets skadeverkningar i Sverige. Eventuellt kan en given svavelreduktion uppnås till lägre kostnad om man, i stället för att genomföra reningsåtgärder i Sverige, använder resurser för att förmå utländska producenter att minska sina utsläpp.

I ett internationellt perspektiv kan emellertid strikta inhemska reningskrav trots allt uppvisa god samhällsekonomisk lönsamhet. Det kan ju hända att sådana inhemska regler är en nödvändig förutsättning för att man vid internationella förhandlingar skall lyckas förmå andra länder att begränsa sina utsläpp av svavel. Dock är det helt klart att man inte på detta vis kan motivera hur höga reningskostnader som helst.

Ett starkt skäl till skepsis gentemot marginalkostnadskurvan i *diagram 1* har sin grund i den brist på relevant information om lokala och anläggningsspecifika förhållanden som en ut-

omstående bedömare i allmänhet har. Det är utomordentligt svårt att bedöma vilka substitutionsmöjligheter som kan skapas genom den tekniska utvecklingen. Detta gör att den "verkliga" marginalkostnadskurvan för rening är svårbedömbär. Samtidigt pekar dessa förhållanden på behovet av incitament till utsläpps begränsade åtgärder. I dagsläget saknas ju i allt väsentligt ekonomiska motiv för t ex utveckling av ny reningsteknik.

Avgift på svavelutsläpp

Mot denna bakgrund finns det kanske skäl att tänka om i miljöpolitiken. Regleringar och utsläppsnormer skapar inga ekonomiska incitament till effektivt utnyttjande av kända reningsmetoder och utveckling av nya. Avgifter har emellertid just den effekten.

Vår analys visar att en marginell reduktion av svavelutsläppen i Sverige leder till en samhällsekonomisk intäkt på åtminstone 10 400 kr/ton. Därmed finns det utomordentligt goda skäl att snarast införa en avgift på minst 10 400 kr/ton utsläppt svavel. Att en sådan avgiftsbeläggning är praktiskt genomförbar har bl a Miljökostnadsutredningen¹³ visat. Det är följaktligen inte mycket att vänta på: inför en avgift på *alla* svavelutsläpp. Därmed kommer samhället och de som svarar för dessa utsläpp att få intresse för utsläppsreducerande åtgärder.

Referenser

- Andersson, T., och Åshuvud, J., [1983], *Marginalkostnader och marginalintakter av rokgasrening vid en ökad kolförbränning i Sverige*. Trebetygsuppsats vid Handelshögskolan i Stockholm.
- Davis, J.A., [1983], "Acid Rain Still a Sore Point for United States, Canada; Both Sides are Optimistic." *Congressional Quarterly*, 28 maj.
- Haagenrud, S.E.—Henriksen, J.F.—Gram, F., [1981]. *Inverkning av påbud om lavsvovelig olje på atmosfäriske korrosjonskostnader*. NILU, Lillestrøm.
- Hiller, P., och Lundgren, S., [1978], *Miljökostnader vid fossibaserad energiproduktion*. Handelshögskolan i Stockholm.
- Kommittén Miljö 82, [1982], Jordbruksdepartementet, *Försurning idag och imorgon*. Risbergs tryckeri, Uddevalla.
- Lave, L.—Seskin, R., [1977], *Air Pollution and Human Health*. The John Hopkins Press, Baltimore.
- Miljöverndepartementet [1981], Avdelningen for forureningssaker. "Beregning av helsegevinster som følge av påbud om bruk av lavsvovelig olje". Notat 13 juli.
- Måler, K.-G., [1980] "Miljö och ekonomi." *Ekonomisk Debatt*, årg 8, nr 2.
- OECD, [1981] *The Costs and Benefits of Sulphur Oxide Control*. Paris.
- Projekt Kol-Hälsa-Miljö, [1983], *Kolets hälso- och miljöeffekter*. Huvuddel. Statens Vattenfallsverk, Elitoffset Stockholm.
— Underlagsdel 1.
— Underlagsdel 2.
- Royal Ministry for Foreign Affairs-Royal Ministry of Agriculture, [1971], *Sweden's case study for the United Nations conference on the human environment — Air pollution across national boundaries. The impact on the environment of sulphur in air and precipitation*. P A Norsted & Söner, Stockholm.
- SOU, [1978:43], *Miljökostnader — Miljön i samhälls ekonomun — kostnadsslag, kostnadsfördelning, styrmedel*.
- Strand, J., [1979], *Beregning av samfunnsøkonomisk verdi av fisket i Gaulavassdraget*. Forelopig versjon.
— [1981], "Valuation of fresh water fish as a public good in Norway." *Stencil*.
- Thaler, R. och Rosen, S., [1975], "The Value of Saving a Life. Evidens from the Labor Market" i Terleckyj, N. (red) *Household Production and Consumption*. New York.

¹³ SOU [1978:43].