

## Vad kostar en miljöavgift på klor?

*Intresset för ekonomiska styrmedel har ökat i miljöpolitiken. I Sverige har en avgift på klorutsläpp i massaindustrin föreslagits. Runar Brännlund och Bengt Kriström analyserar i denna artikel effekterna av en sådan avgift. De visar att klorförbrukningen kommer att minska och att en stor del av kostnaden kommer att betalas av massaindustrin.*

### Inledning

Under det senaste årtiondet har det växt fram ett stort intresse för användandet av ekonomiska styrmedel i miljöpolitiken. En rad länder har undersökt huruvida ekonomiska styrmedel, exempelvis skatt på utsläpp<sup>1</sup> kan vara effektiva instrument i miljöpolitiken. I Sverige har sådana undersökningar, se exempelvis SOU 1989:21 och SOU 1990:59, lett fram bl a till en implementering av avgifter på koldioxidutsläpp, utsläpp av kväveoxider samt en skatt på svavelutsläpp. Dock lämnades ett stort antal av de forslag som utarbetades i utredningarna utan åtgärd. Ett av de mer kontroversiella var avgift på klorutsläppen från blekningsprocessen i massaindustrin. Industrin opponerade sig kraftigt mot en sådan avgift. Som skäl anförde man att den knappast skulle leda till någon miljöförbättring; den enda effekten skulle bli en "orättvis" skatt på massa- och pappersindustrin. Intressant att notera är att regeringen under hösten 1992

gett Naturvårdsverket i uppdrag att granska klorskatten på nytt.

I denna artikel presenterar vi en empirisk analys av effekten av införandet av en klorskatt.<sup>2</sup> Vi försöker utvärdera effekten av detta ekonomiska styrmedel på separata, men sammankopplade, marknader. För att uppskatta effekten av en miljöavgift bör vi, som poängteras av bland annat Mishan [1967], inte bara analysera den marknad som direkt påverkas. Även de marknader som påverkas indirekt bör inkluderas i analysen. I denna studie är det naturligt att fråga sig i vilken utsträckning en klorskatt övervältras på skogsägare och sågverk. En miljöavgift kommer att innebära en ökad marginalkostnad för att producera pappersmassa och därmed reducera efterfrågan på virkesråvara, massaved (och andra insatsfaktorer). Som följd av detta kommer massavedspriserna

\* Vi tackar Nordiska Ekonomiska Forskningsrådet samt Skogs- och Jordbrukets Forskningsråd för finansiellt stöd.

<sup>1</sup> Om beteckningen skatt eller avgift skall användas är en intressant fråga som vi inte berör här.

<sup>2</sup> Hultkrantz [1991] genomför en liknande analys. Till skillnad från denna studie så studerar Hultkrantz effekterna av en avgift på utsläppen. Dessutom är Hultkrantz modell en simuleringsmodell på en mer disaggregerad nivå.

*Docent RUNAR BRÄNNLUND är verksam vid Institutionen för nationalekonomi, Umeå universitet. Fil dr BENGT KRISTRÖM är verksam vid Handelshögskolan i Stockholm.*

att pressas ned vilket medför att skogsägarna väljer att producera sågtimmer istället. Det ökade utbudet av sågtimmer pressar i sin tur sågtimmerpriserna nedåt vilket återverkar på massavedsutbudet och i slutändan massaproduktionen. Länkarna mellan de olika marknaderna gör det möjligt för massaindustrin att övervältra en del av avgiftsbördan till andra industrier. Om det inte fanns några länkar mellan de olika marknaderna, dvs det enda pris som skulle ändras på grund av kloravgiften vore priset på klor, skulle massaindustrin, precis som de påstår, få bära hela bördan.<sup>3</sup>

### Massa- och pappersindustrins miljöpåverkan

Miljöfrågorna har sedan mitten av 1980-talet fått en allt större roll i samhällsdebatten. Förutom globala problem som exempelvis växthuseffekten och uttunningen av stratosfärens ozonskikt, har problem av mer regional karaktär också uppmärksamats.<sup>4</sup> I regeringens proposition 1990/91:90 *En god livsmiljö* framgår att en minskning av utsläppen av persistenta organiska ämnen är en högt prioriterad fråga i miljöpolitiken. Ett sådant problem är ackumuleringen av olika klororganiska föreningar i Bottenviken, Bottnhavet och Östersjön, orsakad av bl a skogsindustrins klorblekning av pappersmassa. Massa- och pappersindustrin står för mer än hälften av utsläppen av biologiskt syreförbrukande ämnen (BOD7) och i stort sett alla utsläpp av organiska klorföreningar i Sverige. Utsläppen av klorföreningar längs den svenska östkusten har undersökts i detalj (SNV [1989]). Dessa undersökningar har visat att det finns ett starkt samband mellan avståndet från massafabrik och diverse skador på olika fiskarter. Dessutom har det visat sig att utsläppen påverkar bottenfaunan. Det bör noteras att utsläppen av olika klorföreningar är starkt korrelerad med insatsen av klor i blekningsprocessen. Orsaken är

att det är svårt att rena spillvattnet från klor. Det betyder att om man vill minska klorutsläppen drastiskt utan att minska kloranvändningen måste man använda sig av ett slutet system, dvs se till att spillvattnet aldrig går ut i havet.<sup>5</sup>

### Skogsindustrins klorförbrukning

Massa- och pappersindustrins användning av klor, och därmed utsläppen av klorföreningar, har minskat kraftigt de senaste åren trots att produktionen av massa och papper ökat. I *Figur 1* kan vi se att kloranvändningen minskat från 192 000 ton 1980 till cirka 60 000 ton 1990, medan produktionen av pappersmassa ökat från cirka 9 miljoner ton till cirka 11 miljoner ton under samma period. Således har förbrukningen av klor per ton massa minskat kraftigt.<sup>6</sup>

Denna positiva utveckling beror på flera faktorer. Nya åtgärder för att bleka klorfritt har vidtagits. Exempel på sådana åtgärder är syreblekning, förlängd kokning och användande av klordioxid i blekningsprocessen.<sup>7</sup> Vidare har ett allt större sortiment av oblekta produkter dykt upp

<sup>3</sup> Vi gör en viktig avgränsning i och med att efterfrågan på pappersmassa antas vara fullständigt elastisk. Med andra ord går det inte, i denna modell, att vältra över skatten framåt mot förbrukarna av pappersmassa.

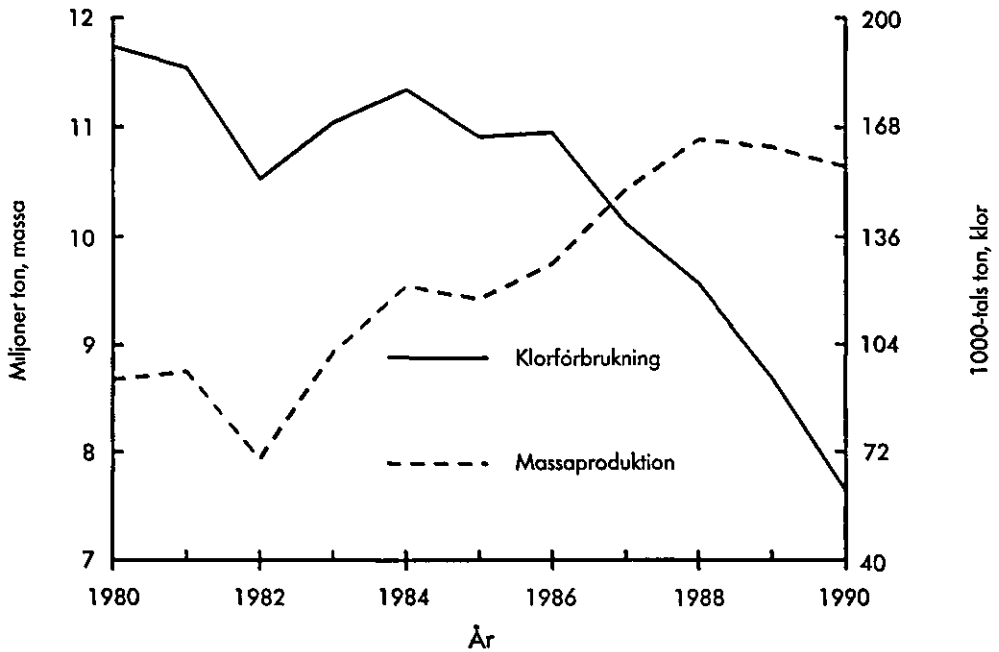
<sup>4</sup> Se Kriström & Wibe [1992, kapitel 2].

<sup>5</sup> Det har dock visat sig att klor i spillvattnet försvårar användningen av slutna system på grund av korrosion.

<sup>6</sup> För närvarande uppskattas utsläppen av klorföreningar, mätt som AOX, till cirka 7 100 ton/år (SOU 1990:59, s 606), vilket skulle motsvara cirka 120 kilo utsläpp per ton insatt klor, och cirka 0,7 kilo utsläpp per ton producerad massa. AOX = "Adsorberbar Organisk Halogen", mäter summan av alla organiskt bundna halogener.

<sup>7</sup> Se "Biological Effects of Bleached Pulp Effluents", 1989. Report 3558, The National Swedish Environmental Protection Board.

Figur 1 Massaindustrins totala förbrukning av klor samt dess produktion av pappersmassa



Källa: SOS, Industri

på marknaden, exempelvis kaffefilter, kopieringspapper, förpackningsmaterial etc. Utvecklingen mot allt fler oblekta produkter, som tog fart i mitten på 1980-talet, kan till stor del härledas till efterfrågesidan. Det ökande miljömedvetandet ledde helt enkelt till ökad efterfrågan på oblekt papper. På senare tid har flera "dioxinlarm" förekommit i medierna, vilket sannolikt ökat efterfrågan på oblekta konsumtionsprodukter (kaffefilter, blöjor, bindor etc.)

I Figur 2 illustreras med så kallade "box-plots" hur klorförbrukningen per ton pappersmassa varierar inom industrin (den del av industrin som producerar blekt massa) mellan åren 1980 och 1990.

En hög "box" betyder att spridningen i kloråtgången per ton blekt massa är stor mellan fabriker, medan en låg betyder liten spridning. Det tjocka strecket inuti "boxen" visar medianåtgången. Av denna figur kan vi direkt konstatera att antalet

fabriker som producerar blekt pappersmassa har minskat mellan 1980 och 1990. År 1980 fanns det 25 fabriker som producerade blekt massa (N=25), men 1990 endast 22. En andra observation är att även medianåtgången har fallit över tiden. År 1980 använde "medianfabriken" cirka 50 kilo klor per ton massa, medan "medianfabriken" 1990 använde cirka 12 kilo. En tredje observation är att även spridningen tycks ha minskat. De fabriker som använde ovanligt mycket eller litet klor i blekningen har antingen försvunnit eller anpassat sig till ny teknik. En slutsats som är frestande att dra är följande: eftersom både medianen och spridningen minskat är det fabriker med högt åtgångstal för klor som försvunnit eller bytt produktionsteknik.

För att få svar på frågan – om minskningen av kloranvändningen beror på en övergång från blekta till oblekta produkter – har vi tagit fram Figur 3. Den illust-

rerar hur kvoten mellan produktionen av blekt- och oblekt pappersmassa varierar inom industrin över tiden, givet att man producerar båda sortimenten. För det första ser vi att antalet fabriker som producerar båda sortimenten tycks ha minskat, samt att medianvärdet har fallit över tiden, framför allt de senaste åren. Med andra ord, allt färre fabriker producerar både blekt och oblekt pappersmassa, och de som är kvar har övergått i allt större grad till produktion av oblekt pappersmassa. Det mest frapperande är att spridningen minskat drastiskt över tiden.<sup>8</sup> Fram till mitten av 1980-talet fanns några anläggningar som producerade båda sortimenten, men med väldigt liten produktion av oblekt massa. Att denna typ av anläggningar var få till antalet följer av att medianvärdet är lågt.

En slutsats vi kan dra av *Figur 2* och *3* är att klorförbrukningen per ton blekt massa i genomsnitt minskat betydligt under senare år, samt att fabriker med stor klorförbrukning antingen försvunnit eller gått över till ny teknik. Det senare resultatet är speciellt intressant eftersom det betyder att risken för lokala problem, så kallade "hot-spots", minskat. Dessutom kan vi notera att allt fler anläggningar producerar en allt större andel oblekt pappersmassa.

### *Kloravgiftsförslaget*

Ett antal svenska offentliga utredningar har berört frågan om användandet av ekonomiska styrmedel i miljöpolitiken. Den mest ambitiösa utredningen påbörjades 1988 och slutfördes i juli 1990.<sup>9</sup> I denna utredning presenterades ett stort antal ekonomiska styrmedel, speciellt miljöavgifter. Andra typer av ekonomiska styrmedel, exempelvis utsläppsrätigheter, diskuterades men beaktades ej i slutändan. De riktlinjer kommittén gavs var att ge en analys av möjligheten att införa avgifter på klor- och svavelutsläpp högsta prioritet.

Ett av utredningens förslag var införandet av en miljöavgift motsvarande 50 kr/kg TOCL<sup>10</sup> på de massafabriker som använder klor i blekningsprocessen. Rent administrativt skulle avgiften tas ut på förbrukningen, och inte på de faktiska utsläppen, av elementärt klor (5 kr/kg), klordioxid (1 kr/kg) och hypoklorit (7 kr/kg). Enligt utredningen skulle en sådan avgift leda dels till att miljövårdsinvesteringar tidigare läggs, dels till att utsläppen från befintlig utrustning minskar genom förbättrad övervakning och skötsel.

Som nämnts tidigare mottogs inte detta förslag med någon större förtjusning av massa- och pappersindustrin. Industrins huvudargument var att avgiften skulle leda till en kostnadsökning på cirka 500 miljoner kronor för de drabbade företagen. Ett annat argument var att industrin redan beslutat om stora investeringar för att minska utsläppen. Ytterligare kostnader, i form av en kloravgift, skulle minska det ekonomiska utrymmet för redan beslutade åtgärder.<sup>11</sup> När det slutgiltiga förslaget publicerades (SOU 1990:59) hade kloravgiften fått ett nytt ansikte, *target-load*-avgiften. Enligt detta förslag skulle de blekerier vars utsläpp översteg 0,5 kg AOX/ton massa avgiftsbeläggas. Med denna variant skulle man undvika en "orättvis" skatt på de företag som redan vidtagit stora åtgärder för att minska utsläppen av organiskt bundet klor. Regeringen valde dock att inte förelägga riksdagen något förslag vad gäller skatt på klor.

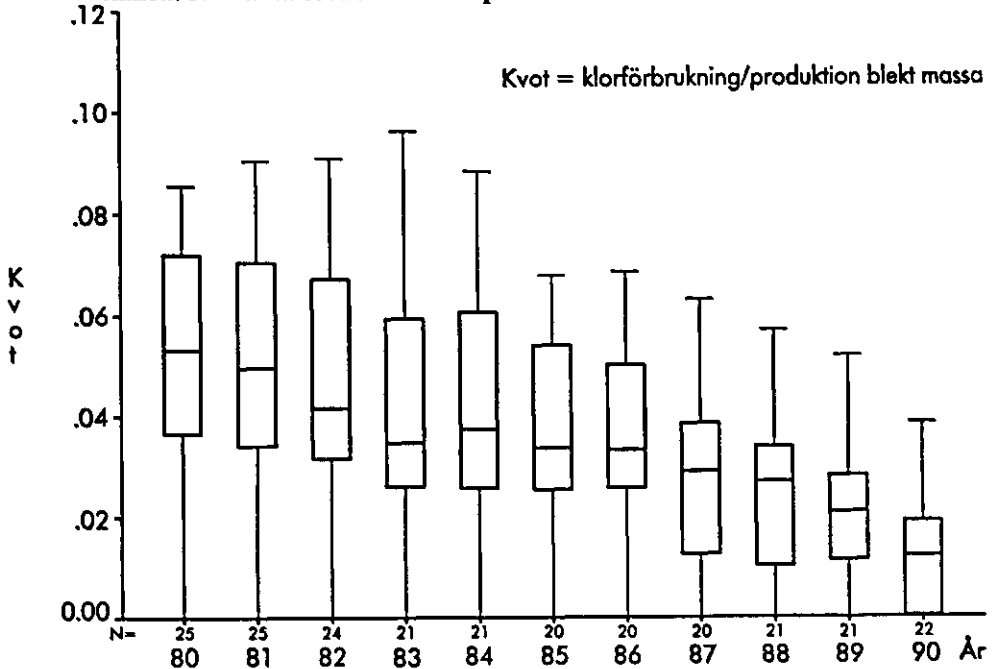
<sup>8</sup> Spridningen i början är så stor att vi varit tvungna att klippa av y-axeln för att göra illustrationen meningsfull.

<sup>9</sup> SOU 1989:21, SOU 1990:59.

<sup>10</sup> TOCL = "Totalt Organiskt Klor". Detta är den parameter som för närvarande används i tillståndsbeslut enligt Miljöskyddslagen.

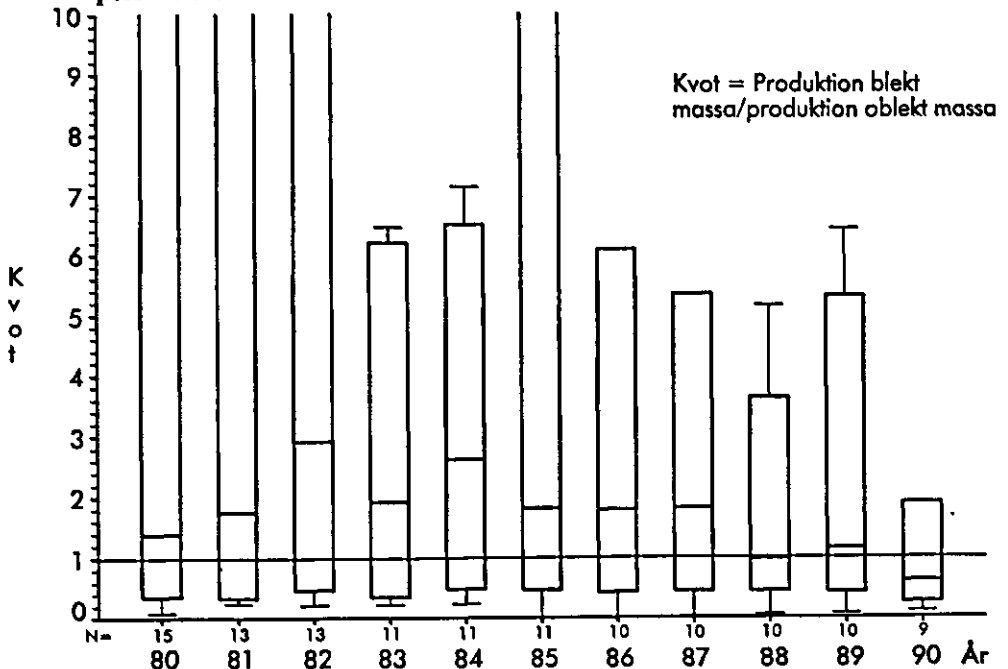
<sup>11</sup> SOU 1989:21, s 155.

**Figur 2** Utveckling över tiden av klorförbrukningen per ton producerad blekt pappersmassa. N = antalet fabriker som producerar blekt massa.



Källa: SCB industristatistiken.

**Figur 3** Utveckling över tiden av kvoten mellan produktionen av blekt och oblekt pappersmassa.



Källa: SCB industristatistiken.

## Modellen

I resten av artikeln fokuserar vi intresset på effekten av en kloravgift då flera marknader är sammankopplade. Behandlingen av denna typ av problem har en relativt lång historia i den ekonomiska litteraturen.<sup>12</sup>

I den modell som vi beskriver i detta avsnitt antar vi att det finns tre kategorier av beslutsfattare; massaindustrin, skogsägarna och sågverksindustrin.<sup>13</sup> Vi använder en enkel modell om hur respektive marknad fungerar genom att anta att priserna på produkterna, som var och en av dessa beslutsfattare producerar, är givna, sett ur respektive beslutsfattares ögon.

För massaindustrins del innebär det att efterfrågan på pappersmassa är fullständigt elastisk. Det betyder att massaindustrin inte kan kompensera ökade klor-kostnader med ett högre pris på pappersmassa. Dessutom antar vi att utbudet av klor är fullständigt elastiskt, vilket betyder att massaindustrin kan köpa vilka kvantiteter den vill till det rådande priset. I produktionen av pappersmassa används, förutom klor, också massaved, energi och kapital. Vi har antagit att kapitalstocken, och därmed produktionskapaciteten, är låst på kort sikt, dvs en förändring av exempelvis klorpriset leder inte till någon förändring av produktionskapaciteten på kort sikt. Det bör påpekas att vi är fullt medvetna om att en permanent och icke-marginell förändring av priset på någon av insatsvarorna förmodligen påverkar investeringarna i massaindustrin och därmed produktionskapaciteten, åtminstone på lång sikt.

Antagandet om fullständigt elastiskt utbud är dock inte särskilt trovärdigt för insatsen av virke. Mer än 90 procent av de totala avverkningarna i Sverige förbrukas av massaindustrin och sågverksindustrin. Av de klenare sortimenten, som på virkesmarknaden brukar benämnas massaved (ungefär hälften av avverkningarna), går i stort sett allt till massaindustrin. Mot

bakgrund av detta skulle det vara förvånande om priset på massaved inte påverkades av efterfrågeförändringar. Ett rimligare antagande är att massaindustrin möter en positivt lutande utbudskurva för massaved. Effekten på klorefterfrågan av en kloravgift med detta nya antagande illustreras i *Figur 4*.

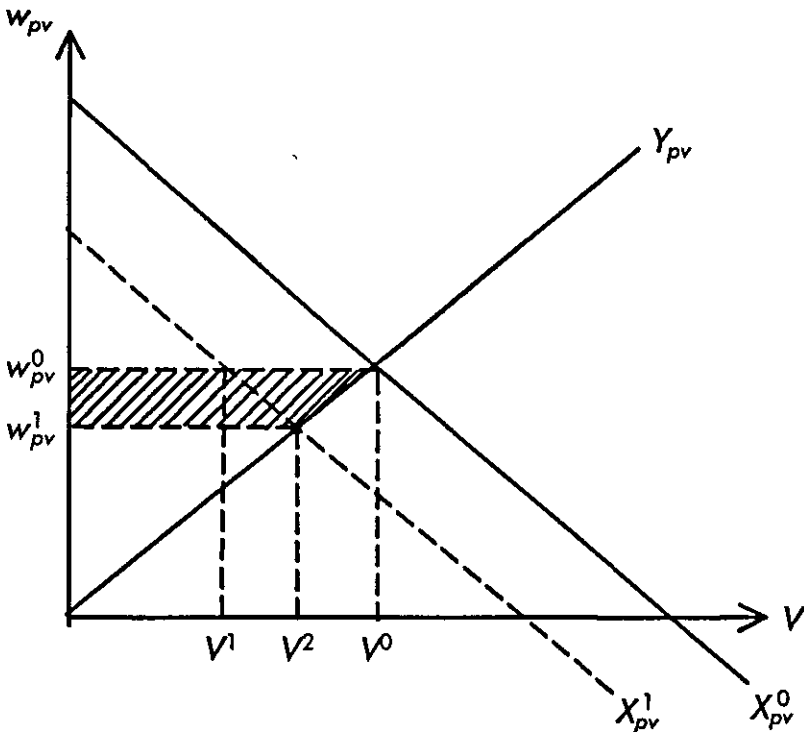
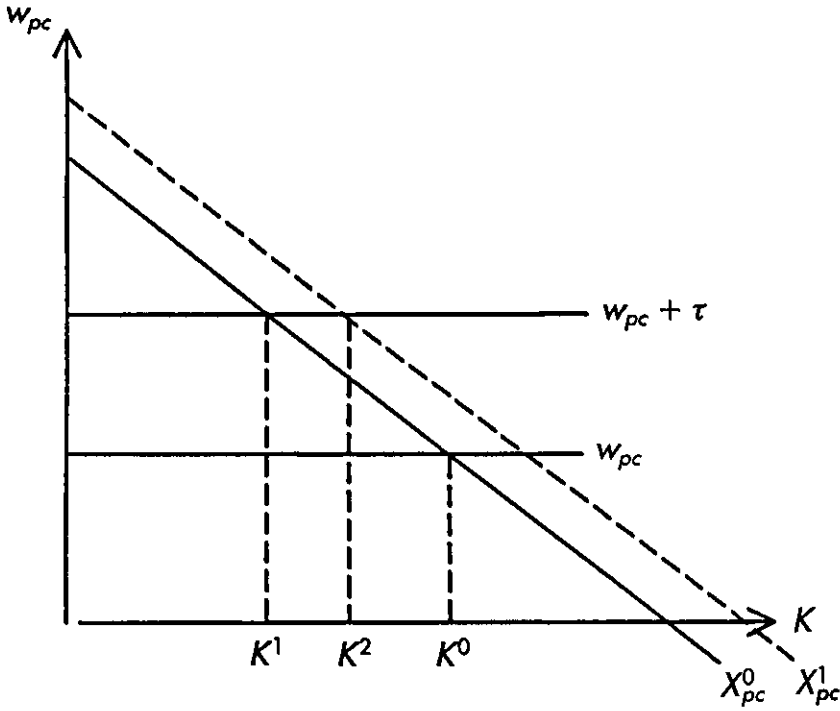
I den övre figuren illustreras efterfrågekurvan för klor i utgångsläget av kurvan  $X_{pc}^0$  och priset på klor är i utgångsläget lika med  $w_{pc}$ . Den kvantitet klor massaindustrin väljer att förbruka blir då lika med  $K^0$ . I den nedre delen av figuren illustreras marknadslösningen på massavedsmarknaden där  $Y_{pv}$  är utbudskurvan för massaved och  $X_{pv}^0$  är efterfrågekurvan för massaved i utgångsläget. Vi ser att i utgångsläget kommer massaindustrin att förbruka  $V^0$  enheter massaved. Antag nu att en miljöavgift införs, dvs massaindustrin får betala  $w_{pc} + \tau$  för varje enhet klor. I *Figur 4* innebär det att prislinjen  $w_{pc}$  skiftar uppåt till  $w_{pc} + \tau$  vilket innebär att massaindustrin minskar sin användning av klor till  $K^1$ . I figuren kan vi också se att massaindustrins vinst, arean under efterfrågekurvan men ovanför prislinjen, minskar. I specialfallet med en fullständigt oelastisk efterfrågekurva, dvs vertikal efterfrågekurva, ser vi att vinstbortfallet blir lika med avgiften multiplicerat med den förbrukade kvantiteten i utgångsläget. Industrins egna beräkningar av effekten av en kloravgift baseras på det senare specialfallet.

Införandet av en kloravgift minskar efterfrågan på klor, vilket i sin tur får återverkningar på efterfrågan på övriga produktionsfaktorer. Om massaved och klor

<sup>12</sup> Ett av de mer klassiska bidragen är Johnson [1960]. För ytterligare referenser hänvisar vi till Just m fl [1982].

<sup>13</sup> Se Brännlund & Kristrom [1992] för en mer detaljerad genomgång av modellen och dess resultat.

Figur 4 Effekten på klorefterfrågan av en kloravgift.



är bruttokomplement<sup>14</sup> i produktionen, vilket är rimligt att anta, innebär en minskad klorefterfrågan att efterfrågan på massaved också minskar. Detta illustreras av den nya efterfrågekurvan,  $X_{pv}^1$ , i den nedre delen av *Figur 4*. Effekten blir att massaindustrin endast är villig att köpa  $V^1$  enheter massaved till det rådande priset  $w_{pv}^0$ . Detta leder till en prispress nedåt på massaved på grund av det uppkomna utbudsskottet. I jämvikt ser vi att priset har sjunkit till  $w_{pv}^1$ , vilket i sin tur lett till en reducering av efterfrågeminskningen från  $V^1$  till  $V^2$ . Att insatsen av massaved ökar från  $V^1$  till  $V^2$  innebär, eftersom vi antagit att klor och virke är komplement, att efterfrågan på klor ökar, vilket är illustrerat av kurvan  $X_{pc}^1$  i den övre delen av figuren. Konsekvensen blir alltså att klorförbrukningen ökar från  $K^1$  till  $K^2$  och att massaindustrins vinst, eller konsumentöverskott, blir större i jämförelse med det fall då massaindustrin möter en fullständigt elastisk utbudskurva på massaved. Skogsägarna får bära en del av avgiftsbördan i och med att priset på massaved faller. Se den streckade ytan i den nedre delen av *Figur 4*.

Vi har konstaterat att massaindustrin rimligen möter en positivt lutande utbudskurva för massaved. Vi har däremot inte diskuterat vad som bestämmer läget på utbudskurvan. Skogsägarna producerar och bjuder ut två olika varor, massaved och sågtimmer. Hur mycket som bjuds ut av respektive sortiment vid givna priser beror som vanligt på de kostnader man har vid produktion av respektive sortiment. En av kostnaderna vid exempelvis produktion av sågtimmer är bortfallet av intäkter vid den alternativa produktionen, dvs produktionen av massaved. Om massavedspriset faller innebär det helt enkelt att kostnaden för att producera sågtimmer faller. I praktiken innebär det att andelen slutavverkningar ökar på bekostnad av gallringar vilket i sin tur leder till ett ökat utbud av sågtimmer och minskat utbud av massaved. Det ökade utbu-

det av sågtimmer medför en prispress nedåt på sågtimmer, vilket i sin tur får återverkningar på massavedsmarknaden och i slutändan klorefterfrågan.

Sammanfattningsvis kan man säga att införandet av en avgift på klor har (minst) två effekter, en direkt effekt och en indirekt effekt via virkesmarknaderna. Den direkta effekten är en omedelbar anpassning av klorefterfrågan till det nya priset. Den indirekta effekten kommer av en förskjutning av efterfrågekurvan för klor på grund av återverkningar på både massaveds- och sågtimmermarknaden. En konsekvens av den indirekta effekten är att massaindustrins kostnad för kloravgiften minskar. Effekten på skogsägarnas vinst är svårare att förutse. I första skedet får skogsägarna vidkännas ett vinstbortfall på grund av den minskade efterfrågan, och därmed ett lägre pris, på massaved. Åtminstone en del av detta vinstbortfall kompenseras man sig mot genom att bjuda ut mer sågtimmer, vilket i förlängningen ökar utbudet av massaved.

Ett entydigt resultat som följer av detta är att massaindustrins vinstbortfall blir mindre i det fall då vi har prisanpassningar på flera marknader, än i det fall då det inte finns någon koppling mellan marknaderna. Med andra ord, om man inte tar hänsyn till återverkningar på andra marknader är risken stor att effekten på massaindustrin av en avgift överskattas. Annorlunda uttryckt är risken stor att miljöförbättringen överskattas med en partiell analys.

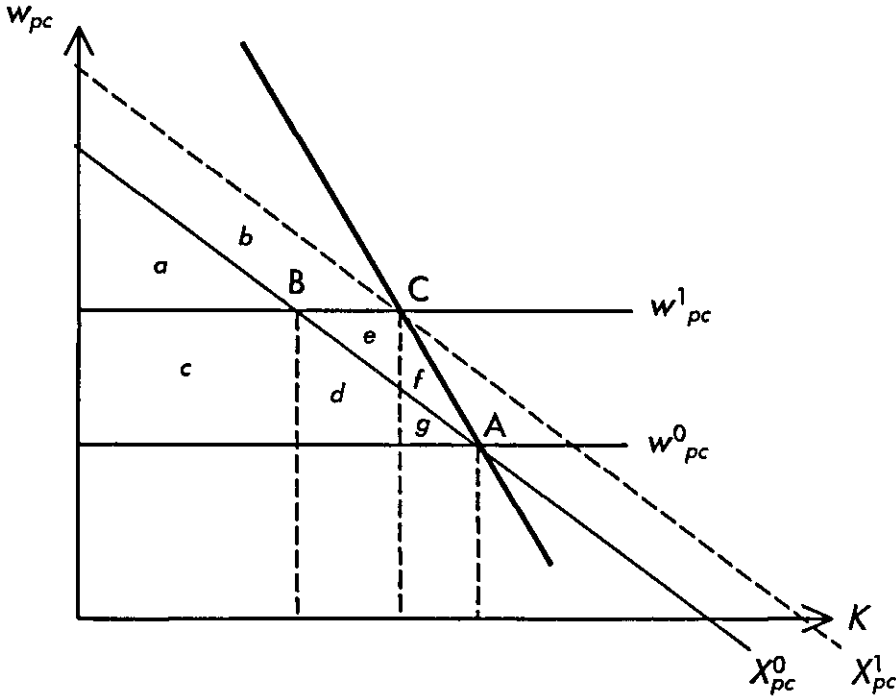
Det mest okomplikerade sättet att härleda "välfärdseffekten" av en kloravgift är alltså att beräkna förändringarna av vinsterna.<sup>15</sup> För att beräkna den totala

<sup>14</sup> Med bruttokomplement menar vi att om priset på klor stiger så minskar efterfrågan på virke då vi tagit hänsyn till kostnadsökningens effekt på produktionen.

<sup>15</sup> I det här fallet är detta inte något egentligt välfärdsåtgärde eftersom vi inte tar hänsyn till "vinsten" i form av en bättre miljö.



Figur 5 Den "allmänna jämviktsefterfrågekurvan" på klor.



"välfärdseffekten" i detta fall härleder vi någonting som vi kallar den "allmänna jämviktsefterfrågekurvan" på klor. En illustration presenteras i Figur 5.

Som tidigare antar vi att priset på klor i utgångsläget är lika med  $w_{pc}^0$  och att efterfrågad kvantitet klor ges av skärningspunkten mellan prislinjen och efterfrågekurvan  $X_{pc}^0$ , punkt A i figuren. Precis som tidigare antar vi att priset på klor stiger till  $w_{pc}^1$ , vilket leder till minskad efterfrågan på klor. I enlighet med de förda resonemangen får vi i slutändan, via virkesmarknaden, ett skift utåt av efterfrågekurvan för klor, vilket innebär att minskningen i klorefterfrågan reduceras från punkt B till punkt C i Figur 5. Om vi sammanbinder punkterna C och A får vi en kurva som anger hur efterfrågan på klor förändras då priset på klor ändras då vi tagit hänsyn till alla indirekta effekter. Linjen som sammanbinder punkterna C och A kallar vi den allmänna jämviktsefterfrågekur-

van på klor (AJ-kurvan). AJ-kurvan är brantare än den vanliga efterfrågekurvan. Massaindustrins förbrukning av klor påverkas således mindre av en klorprishöjning då det sker prisanpassningar på andra marknader. Det totala vinstbortfallet, dvs summan av vinstbortfallet för massindustrin, skogsägarna och sågverksindustrin, ges av ytan under den allmänna jämviktsefterfrågekurvan mellan  $w_{pc}^0$  och  $w_{pc}^1$ , dvs arean  $c+d+e+f+g$ . Om vi från denna area räknar bort statens skatteintäkter, som är lika med ytan  $c+d+e$ , får vi ett nettobortfall som är lika med arean  $f+g$ . För massindustrins del innebär en kloravgift med  $\tau$  kronor en vinstförändring från arean  $a+c+d+g$  till arean  $a+b$ . Nettoförlusten är lika med arean  $c+d+g-b$ , vilket kan jämföras med ytan  $c+d+g$  som är förlusten utan anpassningar på övriga marknader.

Sammanfattningsvis kan vi säga att AJ-kurvan ger oss möjlighet att uppskatta

den totala effekten av en störning, i det här fallet en kloravgift, på den marknad där den direkta störningen uppkommer. Beräkningarna förenklas betydligt, speciellt i ett fall med anpassningar på många marknader, om vi använder oss av AJ-kurvan.

För att ekonometriskt kunna uppskatta de parametrar som bestämmer lutning och läge på de efterfråge- och utbudskurvor som diskuterats specificerar vi en empirisk modell som består av tre delar. Massaindustrins utbud av pappersmassa och efterfrågan på alla rörliga insatsfaktorer, dvs klor, massaved, arbetskraft och energi. Skogsägarnas utbud av massaved och sågtimmer samt sågverksindustrins efterfrågan på sågtimmer. Dessutom inför vi villkoren att utbudet av massaved skall vara lika med efterfrågan på massaved, samt att utbudet av sågtimmer skall vara lika med efterfrågan på sågtimmer. Givet att vi har skattningar av dessa efterfråge- och utbudsfunktioner kan AJ-kurvans läge och lutning uppskattas på i princip samma sätt som den härleddes i *Figur 5*.<sup>16</sup>

Huvudresultatet från skattningarna av den empiriska modellen är att alla efterfrågeelasticiteter med avseende på det egna priset är negativa, och att alla utbudselasticiteter med avseende på det egna priset är positiva. Om massavedspriset stiger med 10 procent minskar, enligt vår modell, efterfrågan på massaved med cirka 4,1 procent. Med andra ord är massavedsefterfrågan oelastisk, vilket man kan förvänta sig när köparsidan har höga fasta kostnader. Detta gäller även för de övriga rörliga insatsfaktorerna. En ökning av klorpriset med 10 procent minskar klorefterfrågan med cirka 3,8 procent. Det senare resultatet är intressant med tanke på att klorutsläppen, och därmed insatsen av klor, är reglerad via koncessionsbeslut. Om denna reglering vore bindande förväntar vi oss en priselasticitet lika med noll. Det faktum att elasticiteten inte tycks vara noll kan möjligen tolkas som att regleringen ej är bindande, dvs in-

dustrin har tillstånd att förbruka större mängder än vad man faktiskt förbrukar.

Effekten på massavedsefterfrågan av en prishöjning på klor är liten men negativ. Om klorpriset stiger med 10 procent minskar massavedsefterfrågan med 0,2 procent. Om massavedspriset däremot stiger med 10 procent minskar klorefterfrågan med 5,3 procent. Denna skillnad förklaras till stor del av det faktum att massaindustrins kostnader för virke utgör en stor andel av de totala rörliga kostnaderna medan klorutgifterna utgör en väldigt liten andel.<sup>17</sup> En slutsats som kan dras från det senare resultatet är att den "vanliga" efterfrågekurvan på klor kommer att ligga nära AJ-kurvan, vilket i sin tur betyder att det partiella välfärdsåtgärdet ger en god approximation av den totala effekten.

Sammanfattningsvis har vi funnit att samtliga efterfrågekurvor på insatsvarorna har en negativ egenpriselasticitet. Egenpriselasticiteterna är samtliga mindre än ett, vilket implicerar att en ökning av priset på en specifik insatsvara leder till en minskad efterfrågan medan dess kostnadsandel ökar. Skattningarna av korspriselasticiteterna visar att de indirekta effekterna, via återverkningar på andra marknader, på klorefterfrågan av en klorprishöjning är relativt små, vilket i sin tur betyder att den "vanliga" efterfrågekurvan på klor inte avviker i någon större utsträckning från AJ-kurvan.

De erhållna estimaten kan nu användas till att beräkna effekterna av en kloravgift. Vi har beräknat effekterna utifrån en

<sup>16</sup> De data som används sträcker sig från 1965 till 1988. En mer detaljerad redovisning av data, modell och modellresultat finns i Brannlund & Kriström [1992].

<sup>17</sup> Korspriselasticiteten för klorefterfrågan med avseende på massavedspriset kan definieras som substitutionselasticiteten mellan klor och virke, i produktionen av massa, gånger massavedskostnadens andel av den totala kostnaden.

avgift med 50 procent på det rådande marknadspriset på klor. I *Tabell 1* redovisas "välfärdsförändringen", dvs ytan under AJ-kurvan samt "miljöförbättringen", dvs förändringen i klorkonsumtion, och effekterna på virkesmarknaderna i termer av procentuella förändringar av priser och volymer.

Ur tabellen kan vi utläsa att det totala privatekonomiska vinstbortfallet av en kloravgift med 50 procent på det rådande priset uppskattas till 68,8 miljoner kronor. Av dessa 68,8 miljoner utgör 60,5 miljoner kronor avgiftsintäkter, medan resterande cirka 8 miljoner kronor är den så kallade dödviktsförlusten. Effekterna på virkesmarknaderna är, som synes i *Tabell 1*, små. Priserna på både massaved och sågtimmer skulle enligt modellresultatet falla obetydligt på grund av kloravgiften, vilket entydigt visar på en liten vinsthöjning för sågverksindustrin. Nettoeffekten på skogsägarnas vinst är negativ eftersom de drabbas av lägre priser på både massaved och sågtimmer. Den omsatta volymen av sågtimmer ökar dock något, vilket betyder att utbudskurvorna för både massaved och sågtimmer skiftat utåt.

Den slutsats vi kan dra är att en partiell analys ger en god approximation av effekterna av en kloravgift. Orsaken är att de indirekta effekterna på virkesmarknaderna är små, vilket till stor del kan förklaras av klorkostnadens ringa andel av de totala kostnaderna.

## Sammanfattning

Syftet med denna artikel är dels att ge en deskriptiv bild av massindustrins miljöpåverkan i form av dess klorförbrukning, samt att med en enkel modell illustrera effekterna på skogssektorn av en miljöavgift på klor. Med skogssektorn avses här dels den industri som använder virke som en produktionsfaktor, dvs massindustrin och sågverksindustrin, och dels skogsbruket, dvs skogsägarna som producerar

*Tabell 1* Effekter av en kloravgift med 50 procent på 1988 års klorpris.

$\Delta W^{AJ}$	$\Delta W^P$	$\Delta X_{pc}$	
68,82	68,86	-34500	
		(23%)	
$\Delta X_{pv}$	$\Delta X_{sv}$	$\Delta w_{pv}$	$\Delta w_{sv}$
-0,32 %	0,03 %	-0,57 %	-0,07 %

$\Delta W^{AJ}$  = ytan under allmän jämviktskurvan, dvs, "välfärdsförändringen" då vi har anpassningar på virkesmarknaden, miljoner kronor.

$\Delta W^P$  = ytan under den vanliga efterfrågekurvan, dvs, "välfärdsförändringen" då vi inte har anpassningar på virkesmarknaden, miljoner kronor.

$\Delta X_{pc}$  = förändring av massaindustrins klorförbrukning, antal ton,  $\Delta X_{pv}$  = förändring av omsatt volym massaved,  $\Delta X_{sv}$  = förändring av omsatt volym sågtimmer,  $\Delta w_{pv}$  = förändring av priset på massaved,  $\Delta w_{sv}$  = förändring av priset på sågtimmer.

virke. Syftet med modellen har varit att, om möjligt, belysa och beräkna effekterna av en hypotetisk avgift på insatsen av klor vid blekning av pappersmassa. För att uppskatta den totala effekten av en kloravgift har ett allmän jämvikts perspektiv ansatts, dvs hänsyn tas till eventuella återverkningar på andra marknader. Om man bortser från dessa återverkningar är risken stor att en uppskattning av den totala effekten av en kloravgift och dess incidens blir felaktig.

Resultaten visar att införandet av en kloravgift minskar klorförbrukningen och att avgiftsbördan till stor del faller på massaindustrin. Ett intressant resultat är att en partiell ansats ger en god approximation av den totala allmän jämvikts effekten. Detta beror bl a på att klorkostnadernas andel av massaindustrins totala rörliga kostnader är liten. Den modell som vi använt är en kraftig förenkling av olika aspekter på marknadsstrukturer, institutionella arrangemang etc och bör ses som en avskjutningsramp för framtida forskning inom området. Låt oss i detta sam-

manhang nämna några framtida forskningsområden vilka inte berörts i denna studie. För det första, den svenska massa-industrin är starkt koncentrerad till ett par stora företag, vilket innebär att massavedsmarknaden kan beskrivas mer eller mindre som en monopson marknad (se exempelvis Bergman & Brännlund [1992]). Detta betyder förmodligen att massaindustrin har än större möjlighet att övervältra den direkta effekten av en kloravgift. För det andra, en miljöavgift har förmodligen effekter på kapitalbildningen i massaindustrin. För att uppskatta effekten av en miljöavgift på investeringar i massaproduktion är det därför nödvändigt att modellera företagens investeringsbeslut. För det tredje, vi har inte tagit hänsyn till det faktum att kloranvändningen är koncessionsbelagd. En fjärde och mycket viktig frågeställning är naturligtvis i vilken grad en kloravgift påskynar substitutionen mot oblemte produkter.

### Referenser

Bergman, M A & Brännlund, R, [1992], "Measuring Oligopsony Power, an Application to the Swedish Pulp and Paper Industry". Umeå Economic Studies No 285. Umeå universitet.

- Berndt, E R, [1990], *The Practice of Econometrics: Classic and Contemporary*. Addison-Wesley.
- Brännlund, R & Kriström, B, [1992], "Assessing the Impact of Environmental Charges; A Partial General Equilibrium Model of the Forest Sector". Kommande i *Resource and Environmental Economics*.
- Chambers, R G, [1989], *Applied Production Analysis: A Dual Approach*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hultkrantz, L, [1991], "The Cost of Edible Fish – Effects on the Swedish and Finnish Forest Industries from the Imposition of Effluent Charges on Chlorine Residuals in Sweden". *Journal of Environmental Management*, Vol 32, s 145–164.
- Johnson, H G, [1960], "The Cost of Protection and the Scientific Tariff". *Journal of Political Economy*, Vol 68, No 4, s 327–345.
- Just, R E, Hueth, D L & Schmitz, A, [1982], *Applied Welfare Economics and Public Policy*. Prentice-Hall, New York.
- Kriström, B & Wibe, S, [1992], *En effektiv miljöpolitik*. Bilaga 6 till Långtidsutredningen 1992. Finansdepartementet, Stockholm
- Mishan, E J, [1968], "What is Producer Surplus?" *American Economic Review*, Vol 58, s 1269–1282.
- SOU 1989:21. *Satt värde på miljön! Miljöavgifter på svavel och klor*. Betänkande av Miljöavgiftsutredningen.
- SOU 1990:59. *Satt värde på miljön! Miljöavgifter och andra ekonomiska styrmedel*.