

Något om sidonyttor¹

Detta PM diskuterar vad förekomsten av sidonyttor eller -kostnader av minskade koldioxidutsläpp betyder för ett litet lands optimala koldioxidbeskattning och för klimatpolitikens nettokostnad. Olika slag av sidoeffekter är tänkbara. Mycket av debatten har dock fokuserat på att minskade koldioxidutsläpp påverkar utsläppen av andra skadliga ämnen (se exempelvis OECD, 2000). Vi följer med på den inslagna vägen. Framställningen nedan är principiell och ignorerar osäkerhet samt betydelsen av andra snedvridningar än de som följer av de utsläpp som är i fokus för analysen. Inledningsvis presenteras en enkel modell där företagets energianvändning genererar två former av skadliga utsläpp och där planeraren kan beskatta de olika utsläppen. Modellen används därefter för att illustrera vad som är optimal politik givet olika begränsningar i planerarens verktygslåda.²

EN ENKEL MODELL

Betänk en situation där företagets energianvändning genererar både koldioxidutsläpp och utsläpp av något ämne med lokal miljöpåverkan, säg kväveoxider. Antag att det finns mer eller mindre koldioxidintensiva bränslen så att företagen kan reducera sina utsläpp både genom att minska sin energianvändning B och genom att minska andelen koldioxidintensivt bränsle α . Definierar vi enheter så att en enhet av det minst koldioxidintensiva bränslet genererar en enhet utsläpp av koldioxid respektive kväveoxid³ kan vi skriva företagets utsläpp av koldioxid respektive kväveoxider som

$$u_{CO_2} = B(\alpha c + 1 - \alpha) \quad (1)$$

$$u_{NO_x} = B(\alpha n + 1 - \alpha) \quad (2)$$

där $c > 1$ och $n > 1$ anger mängden koldioxid respektive kväveoxidutsläpp från en enhet av det mer koldioxidintensiva bränslet.⁴ Att ett och samma bränsle är sämst ur bägge miljöaspekterna är inte självklart, bland annat för att företagen kan köpa teknologi som minskar n . Vi kommer längre fram att släppa på antagandet att $n > 1$. Företagen ges incitament till utsläppsminskningar genom de skatter regleraren anlägger på koldioxidutsläpp (t) och kväveoxider (m). Det representativa företaget väljer a , B och n för att maximera

¹ Författaren tackar Thomas Aronsson, Svante Mandell, Pelle Marklund och Eva Samakovlis för synpunkter på tidigare versioner av detta PM.

² Problem med multipla externaliteter har studerats tidigare. Bland annat studerar Wijkander (1986) optimalt tillhandahållande av lokala kollektiva varor när det finns trängselproblem. Ambec och Coria (2013) studerar optimalt styrmedelsval vid kontroll av två olika miljöstörande utsläpp när det råder osäkerhet kring företagets minskningskostnader.

³ Detta förhållande kontrasterar möjligen en del av retoriken inom den svenska energi-, miljö- och klimatpolitiska debatten. Men strikt talat finns det inga bränslen vars rökgaser är koldioxid- eller kväveoxidfria varför manövern är tillåten.

⁴ Dessa utsläppsfunktioner har hämtats från Lutter och Shogren (2002). De studerar en anslutande fråga – skäl för ett land att ställa upp hinder vad gäller internationell handel med kvotenheter för koldioxid.

$$Y(\alpha, B, n) - tu_{CO_2} - wu_{NOx} \quad (3)$$

där $Y(\alpha, B, n) = R(\alpha, B, n) - C(\alpha, B, n)$ anger företagets nettointäkter exklusive miljöskatter. Låt $\hat{\alpha}(t, w)$, $\hat{B}(t, w)$ och $\hat{n}(t, w)$ beteckna lösningen på företagets vinstmaximeringsproblem.⁵ Dessa efterfrågefunktioner antas vara välartade och karakteriseras av $\frac{\partial \hat{\alpha}(t, w)}{\partial t}, \frac{\partial \hat{\alpha}(t, w)}{\partial w} < 0$, $\frac{\partial \hat{B}(t, w)}{\partial t}, \frac{\partial \hat{B}(t, w)}{\partial w} \leq 0$, $\frac{\partial \hat{n}(t, w)}{\partial t} = 0$ och $\frac{\partial \hat{n}(t, w)}{\partial w} < 0$. Sätter vi in företagets efterfrågefunktioner i (3) erhåller vi företagets vinstfunktion,

$$\Pi(t, w) = Y(\hat{\alpha}, \hat{B}, \hat{n}) - t\hat{u}_{CO_2} - w\hat{u}_{NOx} \quad (4)$$

där $\hat{u}_{CO_2} = \hat{B}(\hat{\alpha}c + 1 - \hat{\alpha})$ och $\hat{u}_{NOx} = \hat{B}(\hat{\alpha}\hat{n} + 1 - \hat{\alpha})$.

Planeraren utgår från att företagen vinstmaximerar och söker givet sin valmängd välja de nivåer på t och w som maximerar välfärdsfunktionen

$$\Pi(t, w) - p\hat{u}_{CO_2} - f(\hat{u}_{NOx}) + t\hat{u}_{CO_2} + w\hat{u}_{NOx} \quad (5)$$

där p anger det pris till vilket utsläppskvotenheter för koldioxid kan handlas internationellt under ett givet klimatavtal och funktionen f anger värdet av kväveoxidutsläppens miljö- och hälsoeffekter. Det antas att $f' > 0$ och $f'' \geq 0$. Den uppställda välfärdsfunktionen utgår från att landets initiala tilldelning av utsläppskvotenheter är lika med noll och att planeraren därmed måste köpa kvotenheter motsvarande den inhemska utsläppsnivån. Detta antagande påverkar inte analysens resultat utan syftar enbart till att förenkla framställningen. Intäkter från beskattningen av utsläpp används till att köpa kvotenheter från utlandet eller återförs lump-sum till hushållen. I händelse av att landets koldioxidskatt är lägre än det internationella kvotpriset finansieras mellanskillnaden genom lump-sum-beskattning. Dessa lump-sum-överföringar ignoreras i analysen nedan. Inte heller denna förenkling påverkar resultaten. Naturligtvis kan planeraren ha ett bredare perspektiv än vad som fångas av (5). Här fokuserar vi dock på avvägningen mellan miljönytta och privat köpkraft.

Vi har nu en modell rik nog för att studera aspekter av den optimala politiken när planeraren har två kontrollproblem. Som vi kommer att se beror svaren på vilken verktygslåda som planeraren har att tillgå. Vi börjar med att anta att planeraren fritt kan välja skattenivåer för såväl koldioxidutsläpp som kväveoxidutsläpp. Därefter inför vi olika begränsningar i verktygslådan.

⁵ Vi antar att villkoren för unikt maximum är uppfyllda.

FULL VERKTYGSLÅDA

Här identifierar vi den optimala miljöbeskattningen givet full verktygslåda. Därefter studerar vi den optimala politikresponserna på en höjning av det internationella priset på koldioxid.

Optimal politik

Planeraren antas här fritt kunna välja t och w för att maximera (5). Utnyttjar vi förhållandena att $\partial \frac{\Pi(t,w)}{\partial t} = \hat{u}_{CO_2}$ och $\partial \frac{\Pi(t,w)}{\partial w} = \hat{u}_{NO_x}$ kan vi med lite våld på notationen skriva första ordningens villkor för planerarens problem som⁶

$$(t - p) \frac{\partial \hat{u}_{CO_2}}{\partial t} + (w - f') \frac{\partial \hat{u}_{NO_x}}{\partial t} = 0 \quad (6)$$

$$(t - p) \frac{\partial \hat{u}_{CO_2}}{\partial w} + (w - f') \frac{\partial \hat{u}_{NO_x}}{\partial w} = 0 \quad (7)$$

där

$$\frac{\partial \hat{u}_{CO_2}}{\partial t} = (\hat{\alpha}c + 1 - \hat{\alpha}) \frac{\partial \hat{B}}{\partial t} + (c - 1) \hat{B} \frac{\partial \hat{\alpha}}{\partial t} < 0 \quad (8a)$$

$$\frac{\partial \hat{u}_{NO_x}}{\partial t} = (\hat{\alpha}\hat{n} + 1 - \hat{\alpha}) \frac{\partial \hat{B}}{\partial t} + (\hat{n} - 1) \hat{B} \frac{\partial \hat{\alpha}}{\partial t} + \hat{\alpha} \hat{B} \frac{\partial \hat{n}}{\partial t} < 0 \quad (8b)$$

$$\frac{\partial \hat{u}_{CO_2}}{\partial w} = (\hat{\alpha}c + 1 - \hat{\alpha}) \frac{\partial \hat{B}}{\partial w} + (c - 1) \hat{B} \frac{\partial \hat{\alpha}}{\partial w} < 0 \quad (8c)$$

$$\frac{\partial \hat{u}_{NO_x}}{\partial w} = (\hat{\alpha}\hat{n} + 1 - \hat{\alpha}) \frac{\partial \hat{B}}{\partial w} + (\hat{n} - 1) \hat{B} \frac{\partial \hat{\alpha}}{\partial w} + \hat{\alpha} \hat{B} \frac{\partial \hat{n}}{\partial w} < 0 \quad (8d)$$

Från (6) och (7) har vi att den optimala politiken består av en koldioxidskatt

$$t^* = p \quad (9)$$

och en kväveoxidskatt w^* sådan att

$$w^* - f'(\hat{u}_{NO_x}(t^*, w^*)) = 0 \quad (10)$$

⁶ Vi antar att andra ordningens villkor för maximum av (5) är uppfyllda.

Med andra ord, skatten på kväveoxidutsläppen ska vara lika med utsläppets externa marginalkostnad i optimum. När kväveoxidskatten gör sitt jobb finns det ingen anledning att kräva mer av koldioxidskatten än att den reflekterar kostnaden för klimatutsläpp under det internationella klimatavtalet, och *vice versa*. Med andra ord, den optimala politiken består av en miljöbeskattning enligt Pigou-regeln – respektive utsläpp beskattas i enlighet med utsläppets marginella skadekostnad. I vår modell leder dessa skatter till first-best-utfall, det vill säga den optimala politiken är även effektiv, nationellt sett. Med två träffsäkra instrument att tackla två problem så är detta väntat.

Optimal respons på ett mer ambitiöst klimatavtal

Givet att planeraren fritt kan justera sina miljöskatter, vad karakteriserar den optimala anpassningen till en höjd ambitionsnivå i det internationella klimatavtalet som resulterar i ett högre internationellt koldioxidpris?

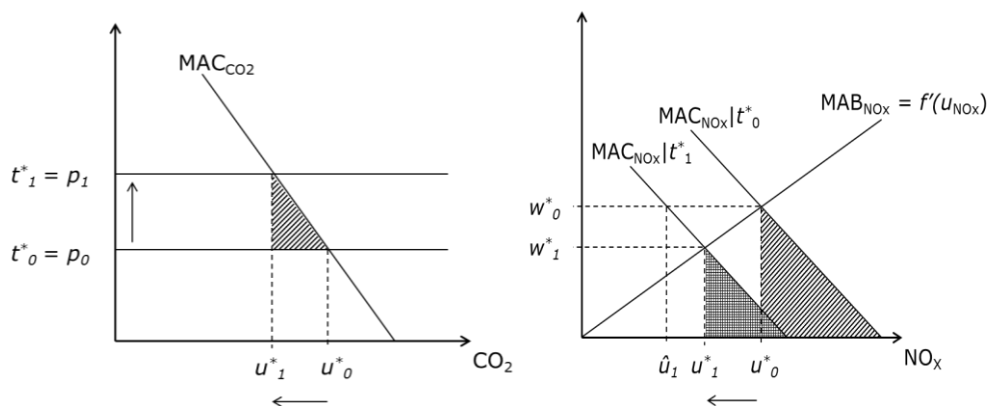
Från (9) ser vi direkt att $\frac{dt^*}{dp} = 1$. Med andra ord, den optimala skatten på koldioxid stiger lika mycket som det internationella priset på koldioxid. Implicit differentiering av (10) ger därmed att skatten på kväveoxider justeras enligt

$$\frac{dw^*}{dp} = \frac{f'' \frac{\partial \hat{u}_{NOx}}{\partial t}}{1 - f'' \frac{\partial \hat{u}_{NOx}}{\partial w}} < 0 \quad (11)$$

Med våra antaganden följer att täljaren är negativ och att nämnaren är positiv. Därmed är hela uttrycket negativt.⁷ Med andra ord, en ökad klimatpolitisk ambition som hanteras med motsvarande ökning av koldioxidbeskattningen leder i förlängningen till att det är optimalt att sänka beskattningen av kväveoxidutsläppen. Det kan låta underligt men är en följd av att den högre skatten på koldioxid dämpar såväl efterfrågan på energi B som efterfrågan på det koldioxidintensiva, tillika det kväveoxidintensiva bränslet. Härigenom minskar såväl koldioxidutsläppen som utsläppen av kväveoxider. Med en stigande marginalkostnad för kväveoxidutsläpp blir därmed en sänkning av kväveoxidskatten den optimala responsen. Figur 1 illustrerar detta när det internationella koldioxidpriset stiger från p_0 till p_1 . (För enkelhets skull bortser vi från den feedback en förändring w har på lokaliseringen av efterfrågefunktionen på koldioxidutsläpp eller den så kallade marginal abatement-cost curve för koldioxidutsläpp, MAC_{CO_2} -kurvan.)

Det ska noteras att även om det högre priset på koldioxid i förlängningen leder till en lägre beskattning av kväveoxider så blir inte kväveoxidutsläppen större än i utgångslänet. De blir dock större än om skatten inte hade justerats.

⁷ Med kvadratisk skadekostnadsfunktion ($f = \frac{\gamma}{2} u_{NOx}^2$) kan (11) skrivas som $\frac{dw^*}{dp} = \frac{\gamma [\frac{\partial \hat{u}_{NOx}}{\partial t} \frac{\partial B}{\partial t} + \frac{\partial \hat{u}_{NOx}}{\partial B} \frac{\partial B}{\partial t} + \frac{\partial \hat{u}_{NOx}}{\partial n} \frac{\partial B}{\partial t}]}{1 - \gamma [\frac{\partial \hat{u}_{NOx}}{\partial a} \frac{\partial a}{\partial w} + \frac{\partial \hat{u}_{NOx}}{\partial B} \frac{\partial B}{\partial w} + \frac{\partial \hat{u}_{NOx}}{\partial n} \frac{\partial n}{\partial w}]}$.

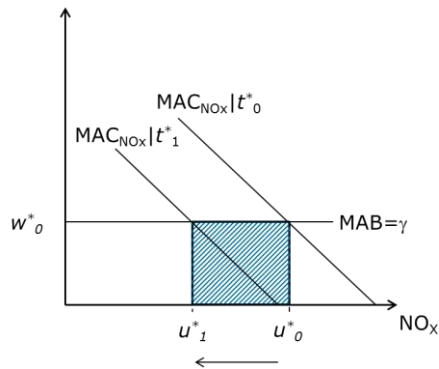


Figur 1. Effekten av en prischock på koldioxid

Eftersom det högre internationella koldioxidpriset gör det lönsamt att minska de egna koldioxidutsläppen ytterligare, ökar klimatpolitikens kostnad. I figur 1 anges detta med den streckade ytan i det vänstra diagrammet. Samtidigt minskar kostnaden för att hålla kväveoxidutsläppen vid dess effektiva nivå, från den större streckade ytan i det högra diagrammet till den mindre streckade ytan. Den samlade miljöpolitiska kostnaden ökar alltså mindre än en partiell analys av klimatpolitiken ger vid handen.

Ytterligare en sak att notera är att den ökade klimatpolitiska ambitionen leder till en minskning av summan miljö- och hälsoskador av kväveoxidutsläpp och kostnaden för att minska dessa utsläpp (= ytan under MAC - och MAB -kurvorna). Dessa potentiellt stora sidonyttor av minskade koldioxidutsläpp behöver beaktas vid kvantifiering av den nationella klimatpolitikens nettokostnad. De utgör dock inte i sig argument för att avvika från Piguoregeln, det vill säga de optimala skattesatserna är lika med utsläppens marginella externa skadestnader. Denna slutsats gäller så länge planeraren fritt kan bestämma skattesatserna på såväl koldioxid- som kväveoxidutsläpp.

Resultatet att ett högre internationellt koldioxidpris leder till en lägre inhemsk kväveoxidbeskattning uppträder så länge vi har en stigande marginell skadestnad för kväveoxidutsläpp. Med en linjär skadestnadsfunktion (det vill säga $f' = \gamma$) är den optimala kväveoxidskatten w^* konstant och oberoende av utsläppens nivå. Visserligen påverkar koldioxidskatten fortfarande hur mycket kväveoxider som släpps ut, men med konstant marginalkostnad av kväveoxidutsläpp så är den initiala kväveoxidskatten fortsatt välvägd. Det ska också noteras att kvävepolitikens minskningskostnad här är konstant, åtminstone så länge vi håller oss till horisontell parallellförskjutning av MAC -kurvan. Den samlade sidonyttan av en mer ambitiös klimatpolitik kan även i detta fall vara betydande, den består nu främst av minskad miljö- och hälsokostnad av kväveoxidutsläpp (= den streckade ytan).



Figur 2. Effekten av högre pris på koldioxid vid linjär skadekostnad av kväveoxidutsläpp

Vi har ovan visat att när planeraren fritt kan välja skattesatser på såväl koldioxid- och kväveoxidutsläpp så finns det inte skäl att avvika från Piguo-regeln, även om det finns betydande sidoeffekter av minskade koldioxidutsläpp.

BEGRÄNSAD VERKTYGSLÅDA

Här diskuterar vi vad olika begränsningar i verktygslådan betyder för den optimala miljöbeskattningen. Det kan finnas flera skäl varför planeraren inte kan anlägga önskade skattnivåer. Vi borrar inte i dessa skäl utan antar helt enkelt olika restriktioner på vad planeraren kan göra.

Optimal respons när kväveoxidskatten är fixerad vid initialt optimal nivå

Betrakta fallet där planeraren av någon anledning kan justera koldioxidbeskattningen men inte kväveoxidskatten. Vad detta betyder för den optimala politikresponsen på ett högre internationellt pris på koldioxidutsläpp givet ett utgångsläge med den effektiva beskattningen, det vill säga t^* och w^* .

Genom att differentiera (6) med avseende på p och t och utvärdera det erhållna uttrycket vid $t = p$ och $w = f'$ får vi efter lite ommöblering

$$\frac{dt}{dp} = \frac{\frac{\partial \hat{u}_{CO_2}}{\partial t}}{\frac{\partial \hat{u}_{CO_2}}{\partial t} - f'' \left(\frac{\partial \hat{u}_{NO_x}}{\partial t} \right)^2} < 1 \quad (12)$$

Ovanstående uttryck anger att när de två utsläppen beskattas effektivt i utgångsläget och kväveoxidskatten är fixerad är det optimalt för planeraren att inte höja koldioxidskatten lika mycket som ökningen i det internationella koldioxidpriset. Detta trots att koldioxidbeskattningen dämpar kväveoxidutsläppen. För att förstå detta resultat, betrakta figur 1. En koldioxidskattehöjning från p_0 till p_1 leder till att efterfrågan på kväveoxidutsläpp skiftar inåt. Givet en fixerad kväveoxidbeskattning vid w_0^* så skulle utsläppen bli lägre än den nya effektiva nivån u_1^* . De skulle hamna vid \hat{u}_1 . På marginalen skulle alltså de åtgärder som vidtas för att minska kväveoxidutsläppen kosta mer än den miljökada som undviks. Med andra ord, vi har en snedvridning. Enda sättet som planeraren kan reducera denna snedvridning är genom att inte höja koldioxidskatten ända till p_1 . Härmed uppstår en

extra kostnad och en snedvridning på koldioxidmarknaden. Företagen betalar inte den fulla kostnaden för koldioxidutsläpp.⁸ Det handlar således om att väga två snedvridningar mot varandra. Utryck (12) anger den justering av koldioxidskatten som minimerar summan av dessa snedvridningar.

Återigen ska det noteras att resultatet ovan drivs av en stigande marginell skadekostnad för kväveoxid. Med linjär skadekostnadsfunktion för kväveoxidutsläppen är $f'' = 0$ och vi får $\frac{dt}{dp} = 1$, det vill säga att den optimala koldioxidskatten höjs lika mycket som det internationella priset.

Optimal koldioxidbeskattning givet suboptimal initial kväveoxidskatt

Nu övergår vi till att undersöka den optimala koldioxidskattens nivå när skatten på kväveoxider inte har kunnat sättas vid den effektiva nivån. Från (6) har vi att koldioxidskatten måste uppfylla

$$t^{opt} = p - (\bar{w} - f') \frac{\varepsilon_{NOx,t} u_{NOx}}{\varepsilon_{CO_2,t} u_{CO_2}} \quad (13)$$

där $\varepsilon_{NOx,t} = \frac{\partial u_{NOx}}{\partial t} \frac{t}{u_{NOx}} < 0$ och $\varepsilon_{CO_2,t} = \frac{\partial u_{CO_2}}{\partial t} \frac{t}{u_{CO_2}} < 0$. Kvoten av elasticiteter är därmed positiv. Med andra ord, den optimala koldioxidskatten ligger över (under) det internationella priset på koldioxid när den fixerade kväveoxidskatten \bar{w} är lägre (högre) än den marginella skadekostnaden av kväveoxidutsläpp.

Det ska noteras att även om kväveoxidskatten ligger långt ifrån den marginella skadekostnaden av kväveoxidutsläpp behöver inte den optimala koldioxidskatten avvika särskilt mycket från den internationella prisnivån. Av (13) ser vi att så blir fallet när kväveoxidutsläppen är små relativt koldioxidutsläppen och/eller när kväveoxidutsläppens känslighet för koldioxidskatteförändringar är låg relativt koldioxidutsläppens känslighet. Detta låter rimligt. Om vi inte nämnvärt kan påverka kväveoxidutsläppen genom beskattningen av koldioxid, finns inte skäl att höja koldioxidskatten över det internationella priset. Likaså, om kostnaden i termer av snedvridning på koldioxidmarknaden är stor för att genom koldioxidskatten minska kväveoxidutsläppen så vill vi inte köpa särskilt mycket av sådana minskningar.

Optimal respons när koldioxidskatten är fixerad vid initialt optimum

Man kan även tänka sig att planeraren fritt kan justera kväveoxidbeskattningen men inte koldioxidskatten. Ett högre internationellt koldioxidpris innebär då att företagen inte längre betalar vad det kostar samhället att släppa ut koldioxid. Resultatet blir att företagen släpper ut för mycket. Eftersom inget har ändrats vad gäller koldioxidskattensnivån så är kväveoxidskatten w^* fortsatt i nivå med den marginella miljöskadan av kväveoxidutsläpp. Genom att höja kväveoxidskatten något introducerar planeraren en snedvridning på kväveoxidmarknaden, motsvarande den streckade triangeln i det högra diagrammet i Figur 3. Samtidigt innebär detta att företagets efterfrågan på koldioxidutsläpp (MAC_{CO_2} -kurvan)

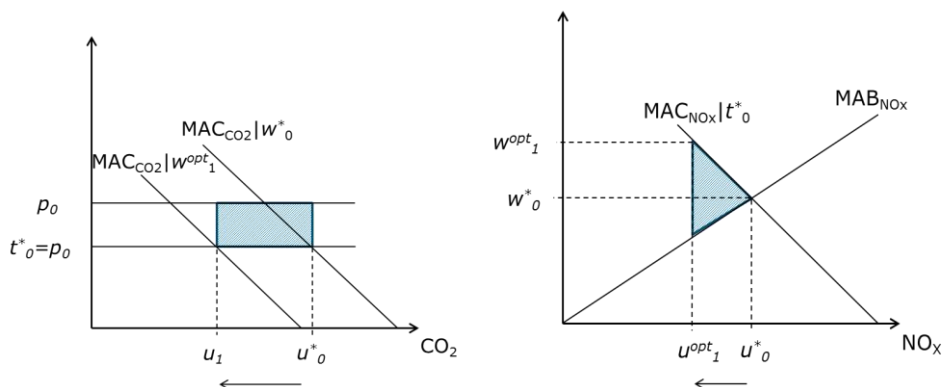
⁸ Det ska noteras att detta inte påverkar de globala koldioxidutsläppens nivå eftersom den nationella planeraren samtidigt köper upp ytterligare utsläppskvoter.

skiftar inåt. Genom denna operation kan alltså planeraren reducera den förlust samhället gör på koldioxidmarknaden. Förlustminskningen motsvarar den fyllda fyrkanten i figur 3 nedan.⁹

Genom att betrakta w som en funktion av p och differentiera (7) med avseende p givet $dt = 0$ och utvärdera det erhållna uttrycket vid $w = f'$ och $t = p$ så får vi följande uttryck för den optimala höjningen av kväveoxidskatten.

$$\frac{dw}{dp} = \frac{\frac{\partial \bar{u}_{CO_2}}{\partial w}}{\frac{\partial \bar{u}_{NO_x}}{\partial w} - f'' \left(\frac{\partial \bar{u}_{NO_x}}{\partial w} \right)^2} > 0 \quad (14)$$

Vi ser att den optimala justeringen av w bestäms av två storheter. Dels hur känsliga företagens koldioxidutsläpp är för förändringar i kväveoxidskattenivån (täljaren). Dels hur snabbt snedvridningen på kväveoxidmarknaden ökar när vi genom högre kväveoxidskatt minskar kväveoxidutsläppen (nämnaren).



Figur 3. Optimal anpassning av kväveoxidskatten när koldioxidskatten är fixerad

Optimal kvävedioxidbeskattning givet suboptimal koldioxidskatt

Vad karakteriserar den optimala kväveoxidbeskattningen givet en suboptimal koldioxidskatt? Från (7) har vi att svaret ges av

$$w^{opt} = f' + (p - \bar{t}) \frac{\varepsilon_{CO_2,w} u_{CO_2}}{\varepsilon_{NO_x,w} u_{NO_x}} \quad (15)$$

⁹ I modellen har vi gett planeraren tillgång till lump-sum beskattning/transferering. Släpper vi på detta antagande så skulle ytterligare en effekt uppträda av den högre kväveoxidbeskattningen, nämligen lägre snedvridning till följd av minskat behov av fiskal beskattning för att subventionera företagens koldioxidutsläpp.

Med våra antagande så är kvoten av elasticiteter positiv. Detta betyder att närhelst den inhemska koldioxidskatten är lägre (högre) än det internationella priset på koldioxid så finns det skäl att ha en kväveskatt som är högre (lägre) än den hälso- och miljöskada kväveutsläppen på marginalen ger upphov till. På samma sätt som ovan så bestäms pålaggets (avdragets) storlek av en avvägning mellan snedvridningarna på kväve- och koldioxidmarknaderna.

DET KOLDIOXIDINTENSIVA BRÄNSLET ÄR RENARE

Vi har ovan utgått från att det bränsle som är koldioxidintensivt också är sämre ur andra miljöaspekter (här kväveoxidutsläppen), det vill säga $n > 1$. Så behöver förstås inte vara fallet. Dels kan kväveoxidutsläpp och flera andra utsläpp renas genom end-of-pipe teknologier. Dels finns det fossila bränslen som vad gäller andra ämnen än koldioxid uppvisar bättre prestanda än biobränslen, exempelvis natur- eller motorgas samt bensen jämfört med biodiesel (se Konjunkturinstitutet 2016). Det är därför av intresse att studera vad $n < 1$ (det vill säga att det koldioxidintensiva bränslet släpper ut mindre kväveoxider än andra alternativ) betyder för de ovan analyserade frågeställningarna.

Formellt innebär $n < 1$ att nu är $\frac{\partial \hat{\alpha}}{\partial w}$ positivt i stället för negativt. Korsderivatorna $\frac{\partial \hat{u}_{CO_2}}{\partial w}$ och $\frac{\partial \hat{u}_{NO_x}}{\partial t}$ samt korresponderande elasticiteter kan därmed vara positiva i stället för negativa. Från (8b) och (8c) har vi att

$$\frac{\partial \hat{u}_{NO_x}}{\partial t} = \frac{[\hat{u}_{NO_x} \varepsilon_{B,t} + (\hat{n}-1) \hat{B} \hat{\alpha} \varepsilon_{\alpha,t}]}{t} > 0 \text{ om } \frac{\varepsilon_{B,t}}{\varepsilon_{\alpha,t}} < (1 - \hat{n}) \frac{\hat{B} \hat{\alpha}}{\hat{u}_{NO_x}} > 0 \quad (16)$$

$$\frac{\partial \hat{u}_{CO_2}}{\partial w} = \frac{[\hat{u}_{NO_x} \varepsilon_{B,w} + (c-1) \hat{B} \hat{\alpha} \varepsilon_{\alpha,w}]}{w} > 0 \text{ om } \frac{\varepsilon_{B,w}}{\varepsilon_{\alpha,w}} > (1 - c) \frac{\hat{B} \hat{\alpha}}{\hat{u}_{CO_2}} < 0 \quad (17)$$

där $\varepsilon_{B,i}$ och $\varepsilon_{\alpha,i}$ anger energiefterfrågans respektive bränslemixens elasticitet med avseende på pris i ($i = t, w$). Eftersom $n < 1$, är $\varepsilon_{\alpha,w} > 0$. Det finns alltså ett utrymme där $\frac{\partial \hat{u}_{CO_2}}{\partial w}$ och $\frac{\partial \hat{u}_{NO_x}}{\partial t}$ är positiva. Vad innebär dessa förhållanden för den optimala miljöbeskattningen?

Givet full verktygslåda gäller fortfarande (9) och (10) även om nivån på w^* ändras.

Den optimala justeringen av kväveoxidskatten när koldioxidskatten följer det internationella koldioxidpriset ges fortfarande av (11). Skillnaden är att eftersom nu täljaren i detta uttryck är positiv blir den optimala justeringen positiv, det vill säga $\frac{dw^*}{dp} > 0$. Skälet är att en koldioxidskattehöjning ökar incitament till ett bränslebyte som nu är kontraproduktivt ur kväveoxidsynpunkt. Större kväveoxidutsläpp motiverar en högre kväveoxidskatt. I stället för sidonyttor är nu klimatpolitiken förknippad med sidokostnader. Den innebär dels ökade kostnader för att minska kväveoxidutsläppen till dess optimala nivåer, dels högre utsläppsnivåer och därmed också en större miljöskada från kväveoxidutsläpp. Klimatpolitikens effekter är omvända mot vad som illustreras i figur 1.

Uttrycket för den optimala justeringen av koldioxidskatten när kväveoxidskatten är fixerad vid den initialt optimala nivån (12) är fortsatt giltig. Skillnaden är att nu innebär en högre koldioxidskatt att efterfrågekurvan för kväveoxidutsläpp skiftar utåt. Resultatet är dock detsamma som tidigare, att det uppstår en snedvridning på kväveoxidmarknaden och att enda sättet planerare kan reducera denna är genom att inte höja koldioxidskatten lika mycket som det internationella koldioxidpriset ökat. För att se detta, betrakta det högra diagrammet i figur 1 med omvänd timing. Vid en höjning av koldioxidskatten från t_0^* till t_1^* så skiftar efterfrågan på kväveoxidutsläpp utåt. Givet att kväveoxidskatten är fixerad vid w_1^* blir utsläppen större än den nya effektiva nivån.

Den optimala koldioxidskatten givet suboptimal kväveoxidbeskattning ges av (13) men nu är täljaren positiv. Med andra ord, när vi har en fixerad kväveskatt som ligger över (under) än den marginella kostnaden för kväveutsläpp så blir det optimalt med en koldioxidskatt som ligger över (under) det internationella koldioxidpriset.

Den optimala kväveoxidskatten givet en suboptimal koldioxidskatt ges fortsatt av (15). Även här har emellertid täljaren bytt tecken varvid den optimala kväveoxidskatten ligger under (över) kväveoxidutsläppens marginella miljöskada när den fixerade koldioxidskatten är för hög (låg).

Avslutningsvis, den optimala justeringen av kväveoxidskatten när koldioxidskatten är fixerad vid det initiala internationella koldioxidpriset ges av uttryck (14). Än en gång har täljaren bytt tecken varvid vi erhåller att kväveoxidskatten nu ska sänkas när det internationella koldioxidpriset stiger.

AVSLUTANDE KOMMENTAR

Vi har ovan använt en stiliserad modell för att studera optimal beskattning av två miljöpåverkande ämnen med respektive utan begränsningar i styrmedelsarsenalen. Modellen tar för givet ett internationellt klimatavtal som ger ett internationellt pris på koldioxid, i likhet med de möjligheter Sverige har inom EU:s klimatpolitiska ramverk. Analysen rekapitulerar några klassiska resultat, men leder även till slutsatser som tycks gå emot den allmänna debatten på området. Våra huvudslutsatser sammanfattas nedan.

Full verktygslåda

Givet att planeraren kan beskatta koldioxid- och kväveoxidutsläpp enligt egna önskemål består den optimala politiken av sedvanlig Pigou-beskattning, det vill säga en koldioxidskatt lika med samhällets kostnad för koldioxidutsläpp under klimatavtalet (= det internationella priset på koldioxid) och kväveoxidskatt som motsvarar den marginella miljöskadan av kväveoxidutsläpp.

Den optimala responsen på ett högre internationellt pris på koldioxid är en lika stor höjning av den nationella koldioxidskatten och, så länge den marginella skadekostnaden av kväveoxidutsläpp är stigande, en sänkning av kväveoxidskatten. Med konstant marginalskada så följer ingen justering av kväveoxidskatten. I det fall det koldioxidsnåla bränslet är mer kväveoxidintensivt så handlar det om att höja kväveoxidskatten.

Även i de fall koldioxidbeskattningen leder till betydande sidonyttor i form av lägre kväveoxidutsläpp och därmed lägre miljö- och hälsoskador samt lägre anpassningskostnad för att nå den effektiva utsläppsnivån för kväveoxider, saknas skäl för att anlägga en koldioxidskatt över det internationella priset. Motsvarande resultat gäller i det fall de nation-

ella koldioxidutsläppen styrs med kvantitativa mål, åtminstone så länge vi inte för in osäkerhet i analysen. Skälet är att priset på koldioxid är ett trubbigt styrmedel vad gäller kväveoxidutsläpp. Det ger inte incitament till *end-of-pipe*-justeringar. Kan planeraren använda en kväveoxidskatt är det en bättre väg.

Även i de fall klimatpolitiken inducerar anpassningar som leder till ökade kväveoxidutsläpp består den optimala politiken av Pigou-skatter.

Begränsad verktygslåda

Med begränsningar i verktygslådan blir situationen annorlunda. Givet effektiv beskattningen initialt och att planeraren endast kan justera koldioxidbeskattningen består den optimala responsten på ett högre internationellt koldioxidpris av en inte lika stor höjning av koldioxidskatten, så länge vi har en stigande marginell skadekostnad för kväveoxidutsläpp. Något förvånande gäller detta oavsett om det klimatsmarta bränslet genererar mer eller mindre kväveoxidutsläpp än det koldioxidintensiva bränslealternativen. Skälet är en högre koldioxidskatt pressar ned (upp) efterfrågan på kväveoxidutsläpp så att den initiala kväveoxidskatten blir för hög (låg). För att reducera denna snedvridning krävs att koldioxidskatten inte höjs så mycket.

Om planeraren endast kan införa en skatt på kväveoxidutsläpp under utsläppens marginella miljöskada, kan det finnas skäl att ha en nationell koldioxidskatt som är högre än den internationella prisnivån. Detta förutsätter att det klimatsmarta bränslet också släpper ut mindre kväveoxid än alternativet. Hur mycket koldioxidskatten ska höjas upp beror på (i) hur långt ifrån den optimala nivån kväveoxidskatten ligger, (ii) kväveutsläppens relativa känslighet för koldioxidskattehöjningar och (iii) hur stora kväveoxidutsläppen är i förhållande till koldioxidutsläppen.

Det ska noteras att det inte alltid är så att det bränslebyte som koldioxidskatten ger incitament till också är bra ur kväveoxidsynpunkt. Exempelvis släpper biodiesel ut mer kväve och partiklar än det fossila bränslet fordonsgas. I sådana fall kan begränsningar i verktygslådan i stället göra det motiverat med en koldioxidbeskattning som är lägre än det internationella koldioxidpriset.

För att summera: Det är svårt att finna generella argument för att förekomsten av lokala luftföroreningar motiverar en mer ambitiös nationell klimatpolitik än den som ges av ingångna internationella klimatavtal. Detta av två skäl. Dels torde det i många fall finnas en mer träffsäker styrning att tillgå när det gäller de lokala luftproblemen. Dels är de bränslen som är klimatsmarta inte alltid smarta också ur perspektivet lokal luftkvalitet. Även i de fall klimatpolitiken ger betydande sidonyttor eller -kostnader bör miljöbeskattningen vila på Pigou-regeln.

REFERENSER

Ambec, S. och J. Coira (2013) Prices vs. Quantities with Multiple Pollutants, *Journal of Environmental and Management*, vol. 66, Issue 1.

Konjunkturinstitutet (2016) Kostnadseffektiv styrning mot mål om förnybar energi, Specialstudie 51, Konjunkturinstitutet

Lutter, R. och J.F. Shogren (2002) Tradable permit tariffs: How local air pollution affects carbon emissions permit trading, *Land Economics*, vol. 78, Issue 2.

OECD (2000) Ancillary Benefits and Costs of Greenhouse Gas Mitigation, OECD.

Wijkander, H (1986) *Indirect Corrections and Disequilibrium Pricing: Studies in Second-Best Policies*, Department of Economics, University of Stockholm.