



CHRISTOPH BÖHRINGER
Professor, Universitetet i Oldenburg

KNUT EINAR ROSENDAHL
Professor, Handelshøyskolen ved NMBU

HALVOR BRISEID STORRØSTEN
Forsker, Statistisk sentralbyrå

Smarte virkemidler mot karbonlekkasje¹

Til tross for et oppløftende klimamøte i Paris i desember, vil karbonlekkasje trolig være et viktig tema i mange år framover. I Europa har risikoen for lekkasje medført at industrien får tildelt gratis utslippskvoter. I denne artikkelen analyserer vi effekten av å supplere tildeling av kvoter med en kjøpsavgift. Vi finner at en slik avgift vil medføre mindre lekkasje og gi økt velferd. Vår konklusjon er derfor at kombinasjonen av tildeling av kvoter og kjøpsavgift er smart virkemiddelbruk mot karbonlekkasje.

INNLEDNING

Klimamøtet i Paris i desember 2015 var et viktig steg framover for internasjonal klimapolitikk. De aller fleste land har nå gitt uttrykk for at de skal begrense utslippene av klimagasser, og kommet med konkrete utslippsmål fram mot 2030. Det er fortsatt uklart i hvilken grad dette vil bli fulgt opp i de enkelte landene, og på hvilken måte, selv om store land som Kina og USA nylig har annonsert spesifikke virkemidler. Det som er helt klart er det ikke vil være en enhetlig global klimapolitikk med en felles pris på utslipp av klimagasser. Det vil fortsatt være ulik klimapolitikk i ulike land, både med hensyn på type politikk og styrken av politikken. Målene som er satt er heller ikke absolutte – noen land (som USA) har oppgitt intervaller for sine utslippsmål, mens andre land (som Kina og India) har oppgitt mål for utslipp per BNP.

Klimapolitikk i Europa kan derfor fortsatt føre til såkalt karbonlekkasje, det vil si økte utslipp av klimagasser

utenfor Europa som følge av klimapolitikk i Europa. Det kan skje dersom høye priser på CO₂ i Europa gjør det mer lønnsomt for industribedrifter å lokalisere sin produksjon utenfor Europa. Dette er først og fremst relevant for utslippsintensiv og konkurranseutsatt industri, som for eksempel metallindustri, kjemisk industri og raffinerier. For disse bedriftene kan høye CO₂-priser utgjøre en betydelig andel av produksjonskostnadene.

I Europa er industrien omfattet av EUs kvotesystem for klimagasser (EU ETS). For å motvirke karbonlekkasje har EU valgt å dele ut store mengder gratiskvoter til industrien. Med unntak av kraftsektoren (som ikke lenger får tildelt kvoter) er de regulerte næringene inndelt i to grupper ut fra hvor utsatt for karbonlekkasje de er. Et flertall av næringene er betegnet som svært utsatt for lekkasje, hvilket innebærer at bedriftene i disse næringene får tildelt de fleste kvotene de trenger. Tildelingen er basert på den enkelte bedrifts produksjonsvolum, såkalt produksjonsbasert tildeling (for eksempel x antall kvoter per tonn stål produsert).

¹ Takk til en anonym konsulent for nyttige kommentarer til et tidligere utkast. Alle forfatterne er tilknyttet CREE – Oslo Centre for Research on Environmentally friendly Energy. CREE verdsetter finansiering fra Forskningsrådet.

Det har vært reist mye kritikk mot omfanget av gratiskvoter i EUs kvotesystem. Sato m.fl. (2015) finner at næringer som reelt sett er utsatt for lekkasje kun står for en liten andel av utslippene, mens Martin m.fl. (2014) konkluderer at en mer målrettet og langt mindre sjenerøs tildeling kunne gi samme reduksjon i risikoen for karbonlekkasje som dagens tildeling.

En alternativ måte å redusere karbonlekkasje fra konkurranseutsatt industri kan være å innføre karbontoll, eventuelt supplert med eksportrefusjon. Karbontoll innebærer at importører av stål og andre utslippsintensive varer må betale en toll som beregnes på basis av utslippene ved å produsere den enkelte vare, og CO₂-prisen i importlandet (for eksempel kvoteprisen i EU ETS).² Karbontoll og eksportrefusjon er mer effektive virkemidler for å redusere karbonlekkasje enn tildeling av kvoter (se for eksempel Böhringer m.fl., 2014), men er hittil ikke tatt i bruk i noen land. Det skyldes trolig at man er usikker på om det vil bli godkjent av WTO, og at man er redd for handelskrig (Böhringer m.fl., 2012b).

I denne artikkelen diskuterer vi effekten av å kombinere produksjonsbasert tildeling av kvoter med en parallell kjøpsavgift. Dette innebærer at enhver vare som er utsatt for karbonlekkasje, og dermed gis rett til gratiskvoter, samtidig ilegges en avgift ved all kjøp av denne varen. Det betyr for eksempel at det vil være en avgift per tonn stål, en annen avgift per tonn sement, og en tredje avgift per tonn aluminium etc. Størrelsen på den enkelte avgift gjøres proporsjonal med CO₂-prisen, og med antall kvoter som tildeles per produsert enhet (for eksempel per tonn stål, sement eller aluminium). Slike avgifter vil redusere etterspørselen etter varer som mottar gratiskvoter, men vil ikke ramme produksjonen i hjemlandet hardere enn importerte varer.

Vi viser ved hjelp av en enkel teoretisk modell at en slik kjøpsavgift vil gi økt velferd for et land som allerede har innført CO₂-prising kombinert med produksjonsbasert tildeling av kvoter. Dette gjelder uansett hvor utsatt de enkelte næringene er for karbonlekkasje. Intuisjonen bak resultatet er at tildeling av kvoter på den ene siden kan redusere karbonlekkasjen, men på den andre siden stimulerer for høy (global) produksjon og forbruk av disse utslippsintensive varene. En kjøpsavgift motvirker denne

² Eksportrefusjon innebærer at eksportører får refundert CO₂-kostnadene, proporsjonalt med eksportvolumet. Samlet utbetaling vil være lik samlet innbetaling for hver næring. Det betyr at eksportører med lave utslipp per produsert enhet kan få utbetalt mer enn det de har betalt inn i form av CO₂-pris.

siste negative bieffekten, men ikke den første (ønskede) effekten. Tvert imot reduseres karbonlekkasjen ytterligere. Selv uten gratis tildeling vil en slik kjøpsavgift gi økt velferd, gitt at man er opptatt av globale CO₂-utslipp.

For å illustrere de teoretiske resultatene våre inkluderer vi også en numerisk analyse der vi bruker en stilisert generell likevektsmodell for verdensøkonomien, bestående av to regioner og fire typer varer. De numeriske resultatene bekrefter våre teoretiske konklusjoner, og indikerer at en kjøpsavgift er spesielt gunstig for varer som er lite utsatt for karbonlekkasje men likevel mottar gratiskvoter.

I Böhringer m.fl. (2015) viser vi at en slik politikk under visse betingelser vil være ekvivalent med karbontoll kombinert med eksportrefusjon (se Hoel, 1996, for en teoretisk analyse av dette). I motsetning til handelspolitiske tiltak vil en kjøpsavgift som behandler hjemmeproduserte og importerte varer likt ikke rammes av WTO.³ En kjøpsavgift vil også lett kunne utformes og administreres i og med at det allerede er bestemmelser om hvor mange kvoter produsenter av de enkelte varene har rett på.⁴ På denne bakgrunn mener vi at det vil være smart å supplere gratis tildeling av kvoter med en parallell kjøpsavgift.

TEORETISK ANALYSE

Vi tar utgangspunkt i en teoretisk modell med to regioner $i, j = \{1, 2\}$ og 3 goder x, y og z . Godene x og y kan handles mellom regionene, mens z må konsumeres i samme region som produksjonen finner sted. Produksjon av y og z medfører utslipp av klimagasser. Vi tolker y som bestående av konkurranseutsatte og utslippsintensive sektorer (f.eks. kjemiske produkter, metaller og annen mineralproduksjon), mens z er skjermede og utslippsintensive sektorer der karbonlekkasje er et mindre problem (f.eks. kraftproduksjon og transport). I denne artikkelen holder vi oss til homogene goder, men generaliserer til heterogene goder i Böhringer m.fl. (2015).

Kostnaden ved å produsere x, y og z er hhv. $c^x(x^j)$, $c^y(y^j, e^y)$ og $c^z(z^j, e^z)$, hvor e^y og e^z angir utslipp. Kostnadene er

³ Siden kombinasjonen av gratis tildeling og kjøpsavgift kan være ekvivalent med karbontoll kombinert med eksportrefusjon, kan det hevdes at andre land og WTO vil gjennomskue dette og derfor reagere på samme måte som overfor karbontoll. Det er imidlertid tildelingen av gratiskvoter som forskjellsbehandler bedrifter fra ulike land, ikke kjøpsavgiften, og så langt har det ikke vært reist sak mot utstrakt bruk av gratiskvoter i EU og andre land.

⁴ Dette gjelder riktignok ikke alle varer, men for de aller fleste varer som produseres i stort omfang.

konvekse og stigende i produksjonsvolum, og avtakende i utslipp lavere enn «Business as usual» utslippene. Hver region har en representativ konsument som maksimerer nyttefunksjonen $u^j(\bar{x}^j, \bar{y}^j, \bar{z}^j)$, gitt priser og en budsjettbetingelse. Her er \bar{x}^j, \bar{y}^j og \bar{z}^j konsum av de tre godene. Vi antar positiv og avtakende grensenytte i hvert gode.

Kvotehandling med produksjonsbasert tildeling av kvoter er under visse forutsetninger (ingen usikkerhet eller markedsrett) ekvivalent med en avgift på utslipp kombinert med produksjonssubsidie, der subsidiesatsen er proporsjonal med utslippsavgiften (dvs. produksjonsbasert refusjon av avgiftsinntekter). Sistnevnte er enklere å modellere, og vi velger derfor den varianten – resultatet ville blitt det samme hvis vi hadde modellert kvotehandling.

Region 1 har tre virkemidler til disposisjon: en avgift t^1 på utslipp, en subsidie s^1 til produksjon av y , og en avgift v^1 på kjøp av y . Det er ingen klimapolitikk i region 2. Full refusjon av avgiftsinntektene fra sektor y innebærer at subsidiesatsen er gitt ved $s^1 = t^1 e^{y^1}/y^1$, men de kvalitative resultatene våre er uavhengig av størrelsen på s^1 .

Vi viser i Böhringer m.fl. (2015) at bedriftenes førsteordensbetingelser impliserer at det må være en global pris (før avgifter/subsidier) på de handelsutsatte homogene varene x og y . Førsteordensbetingelsene viser også at utslippsavgiften t^1 bidrar til lavere produksjon av y i region 1, som igjen impliserer en høyere global markedspris på y og dermed økt produksjon av y i region 2. Dette er karbonlekkasjen som subsidien s^1 skal dempe. Den samlede effekten av t^1 og s^1 på y^1 er tvetydig.

Vi forutsetter at verdien av nettoimport må være lik verdien av nettoeksport for hver region:

$$p^y(y^1 - \bar{y}^1) + p^x(x^1 - \bar{x}^1) = 0.$$

Velferd i region 1 består av nytten fra konsum (målt i penger) fratrukket produksjonskostnader (i region 1) samt miljøkostnader fra globale utslipp:

$$W^1 = u^1(\bar{x}^1, \bar{y}^1, \bar{z}^1) - c^x(x^1) - c^y(y^1, e^{y^1}) - c^z(z^1, e^{z^1}) - \tau(e^{y^1} + e^{y^2} + e^{z^1} + e^{z^2}).$$

Her er τ grensekostnaden ved utslipp, slik at Pigou-avgiften på utslipp er $t^l = \tau$. Merk at det er verdens samlede utslipp som inngår i velferdsfunksjonen, slik at utslipp i

de to regionene verdsettes likt. På den ene siden er dette en rimelig antakelse i tilfellet med klimagassutslipp, siden miljøskaden er uavhengig av hvor utslippene foregår. På den annen side synes klimapolitiske mål i både Norge og EU å indikere at utslippsreduksjoner hjemme vektlegges noe tyngre enn tiltak som reduserer utslipp ute.

Maksimering av velferd W^1 mhp. kjøpsavgiften v^1 (gitt subsidiesatsen s^1 , utslippsavgiften t^1 , uendret handelsbalanse og tilpasningen til bedrifter og konsumenter) impliserer følgende løsning for den optimale kjøpsavgiften v^{1*} (se Böhringer m.fl., 2015):

$$v^{1*} = \left(\frac{\partial y^1}{\partial v^1} \right)^{-1} \left[s^1 \frac{\partial y^1}{\partial v^1} + \tau \left(\frac{\partial e^{y^2}}{\partial y^2} \frac{\partial y^2}{\partial v^1} + \frac{\partial e^{z^2}}{\partial z^2} \frac{\partial z^2}{\partial v^1} \right) - \frac{\partial p^y}{\partial v^1} (y^1 - \bar{y}^1) - \frac{\partial p^x}{\partial v^1} (x^1 - \bar{x}^1) \right]$$

Det første leddet (a) er negativt siden kjøpsavgiften i region 1 reduserer konsumet av y i den regionen. Dermed er fortegnet til v^1 det motsatte av fortegnet til klammeparentesen. Lavere konsum av y i region 1 reduserer den totale etterspørselen etter y slik at produksjon av y faller i begge regionene. Det følger at leddet (b) er negativt.

De to neste leddene (c) og (d) fanger opp effekten på utslipp i region 2. Ledd (c) er negativt av samme grunn som (b), og at utslipp øker i produksjonsnivå. Fortegnet til ledd (d) er derimot tvetydig og avhenger av de kryssderivate i nyttefunksjonen i region 2. Siden z er dominert av kraftproduksjon og transport, og elektrisitet er en viktig innsatsfaktor i produksjon av y , er det rimelig å vente at (d) er negativ. Videre er (d) en annenordenseffekt som gjerne vil være dominert av førsteordenseffekten (c). Det er derfor rimelig å anta at $(c) + (d) < 0$.

Til sist fanger (e) opp effektene kjøpsavgiften har på handelsbalansen, hvor den globale prisen på y faller når kjøpsavgiften øker. Hvis region 1 er en nettoeksportør av y bidrar dette til å redusere den optimale avgiftssatsen v^1 .

Det følger at velferdsmaksimering i region 1 innebærer en positiv avgift v^1 på kjøp av det konkurranseutsatte og utslippsintensive godet y , gitt at region 1 ikke er en tilstrekkelig stor nettoeksportør av y . Den optimale kjøpsavgiften er positiv fordi subsidiet (og gratis tildeling av kvoter) stimulerer til økt hjemlig produksjon, noe som ikke bare reduserer karbonlekkasjen men også bidrar til for høyt globalt konsum av de utslippsintensive varene. En kjøpsavgift motvirker denne siste negative bieffekten uten å øke karbonlekkasjen.

Det er verdt å merke seg at en slik kjøpsavgift øker velferden selv uten gratis tildeling av kvoter, fordi den demper etterspørselen og dermed utenlandsk produksjon av y med tilhørende utslipp (hjemlig utslipp fra produksjon av y kontrolleres v.h.a. utslippsavgiften t^l). Vi kan se dette fra likningen ovenfor fordi v^l er positiv også når $(b) = 0$ (gitt at region 1 importerer y eller effektene på handelsbalansen (e) ikke er for sterke). Videre vil maksimering av global velferd alltid innebære en positiv kjøpsavgift da det siste leddet (e) i likningen ovenfor forsvinner.

I praksis kan det være vanskelig å vite hvor utsatt for karbonlekkasje en bestemt sektor egentlig er, og dermed om sektoren bør inkluderes i et system med gratis tildeling. Vi har vist at kjøpsavgiften motvirker den negative effekten av gratis tildeling. Fra uttrykket over ser vi videre at dersom godet y ikke er utsatt for karbonlekkasje fordi handelen ikke påvirkes av politikken, er den optimale kjøpsavgiften akkurat lik subsidiesatsen, eller verdien av kvotetildelingen. Dette kan for eksempel være tilfelle dersom transportkostnadene knyttet til y er store, region 1 er veldig stor sammenliknet med region 2, eller produksjonen av y i region 2 er lite sensitiv til prisendringer. Intuisjonen er at karbonlekkasje ikke er noe problem i disse tilfellene, slik at gratis tildeling av kvoter var lite hensiktsmessig i utgangspunktet. I dette tilfellet er det gunstig å korrigere for kvotetildelingen med kjøpsavgiften v^l . Siden kjøpsavgiften øker velferden uansett nivået på karbonlekkasjen, kan et system med gratis tildeling gjøres mer robust mot mangelfull informasjon ved å kombinere det med en kjøpsavgift på det aktuelle godet.

Flere studier viser at karbontoll kombinert med eksportrefusjon er bedre enn gratis tildeling mht. karbonlekkasje og globalt kostnadseffektive utslippsreduksjoner (Monjon and Quirion, 2011; Fischer and Fox, 2012; Böhringer m.fl., 2014). Karbontoll har foreløpig ikke blitt innført fordi det kan komme i konflikt med WTO-regler. I Böhringer m.fl. (2015) viser vi at gratis tildeling av kvoter i kombinasjon med avgift på konsum kan utformes slik at virkningen blir lik som karbontoll kombinert med eksportrefusjon. Sammenliknet med karbontoll gir imidlertid produksjonsbasert tildeling av kvoter i kombinasjon med avgift på konsum mindre risiko for potensiell uenighet med handelspartnere, som kan oppfatte innføring av karbontoll som en måte å beskytte innenlandske næringer mot konkurranse fra utlandet.

NUMERISK ANALYSE

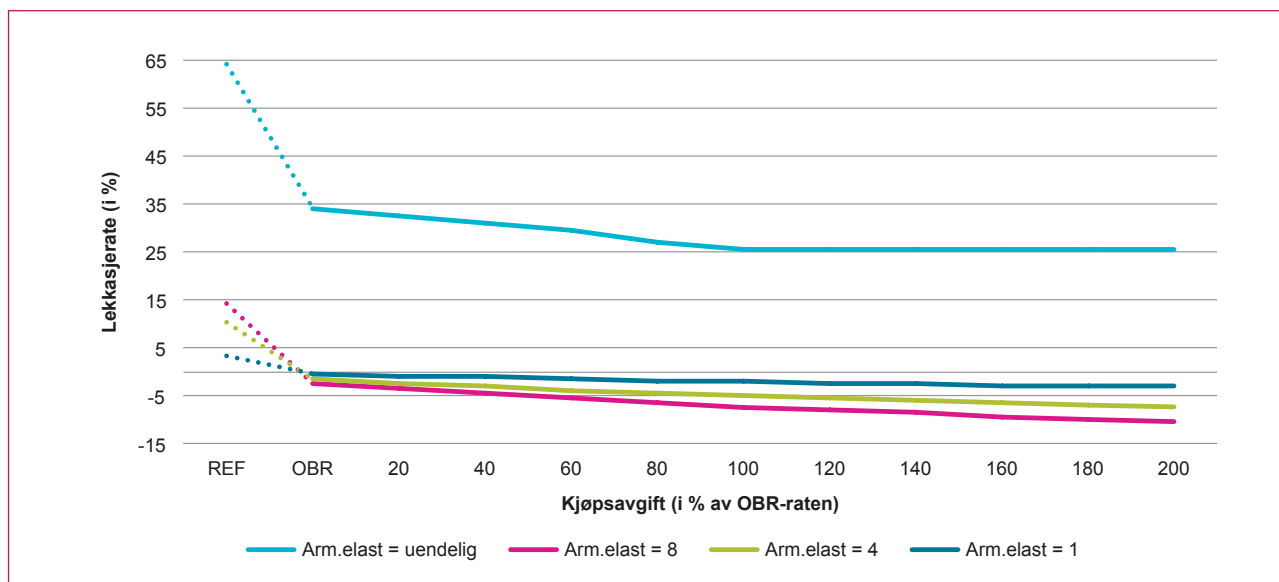
Modellbeskrivelse

Vi vil nå studere dette nærmere ved hjelp av en stilisert generell likevektsmodell for verdensøkonomien.⁵ I modellen er verden inndelt i to regioner, region 1 og 2, og vi studerer effekten av klimapolitikk i region 1. Det er fire sektorer i hver region: i) karbonfri og konkurranseutsatt produksjon (NC_T), ii) karbonintensiv og konkurranseutsatt produksjon (C_T), iii) karbonintensiv og skjermet produksjon (C_NT), og iv) fossil energiproduksjon. De tre første sektorene svarer til godene x , y og z i den teoretiske modellen, og kan brukes som innsatsfaktor i produksjonen og som konsum. Utslipp av CO_2 er proporsjonal med bruken av fossil energi. I tråd med den teoretiske modellen kan ikke fossil energi konsumeres direkte, og heller ikke handles mellom de to regionene. Dermed undertrykker vi i praksis karbonlekkasje via energimarkedene, ettersom vi ønsker å fokusere på lekkasjen via konkurranseutsatte næringer. Arbeidskraft og kapital kan fritt flyttes mellom sektorer, men ikke mellom regioner.

Produksjonen i hver sektor modelleres ved hjelp av CES (Constant Elasticity of Substitution) kostnadsfunksjoner (med tre nivåer). En representativ konsument etterspør de ulike varene basert på en CES funksjon, og gitt en budsjettrestriksjon. Ved endret handel må betalingsbalansen mellom de to regionene opprettholdes. Vi modellerer handelen i de to godene NC_T og C_T på to måter – enten ved å anta at goder produsert i ulike regioner er homogene, eller ved å anta at de er heterogene. I det sistnevnte tilfellet legger vi til grunn Armingtons (1969) tilnærming, der substitusjonselastisitetene mellom hjemmeproduserte og importerte goder spiller en viktig rolle. Høye elastisiteter (eller homogene goder) innebærer at godene er betydelig konkurranseutsatt, og dermed er produksjonen av C_T klart utsatt for karbonlekkasje.

Modellen er statisk, og vi har kalibrert den basert på de nyeste GTAP dataene for 2011. Vi har først tilordnet GTAPs 57 sektorer til våre fire sektorer. Deretter har vi konstruert en input-output matrise («social accounting matrix») for hele verden. Til slutt har vi delt verden inn i to identiske regioner, slik at resultatene ikke påvirkes av en bestemt politisk situasjon (som Europa versus resten av verden). Når det gjelder handel, antar vi rett og slett at halvparten av den observerte handelen i 2011 foregår mellom de to regionene i modellen, og halvparten foregår internt i

⁵ En mer detaljert beskrivelse av modellen og kalibrering av denne er gitt i Böhringer m.fl. (2015).



Figur 1. Karbonlekkasje ved ulike politikk-scenarier og Armington elastisiteter (i %)

regionene. Dette gjelder i kalibreringslikevekten – i politikkscenariene endres selvfølgelig også handelen.

Scenarier

Vi studerer ulike klimapolitikk-scenarier for region 1. I referansescenariet (*REF*) innfører vi en uniform CO_2 -pris som reduserer utslippene i region 1 med 20 prosent. I scenariet *OBR* innfører vi i tillegg produksjonsbasert tildeling av kvoter til det karbonintensive og konkurranseutsatte godet C_T . Deretter utforsker vi effekten av å implementere en parallell kjøpsavgift på godet C_T , der avgiften varieres fra null opp til to ganger verdien av kvotetildelingen (*OBR+Tax*). Avgiften ilegges all kjøp av godet C_T , dvs. uavhengig av om godet brukes til konsum eller som innsatsfaktor.

Felles for alle disse scenariene er at klimapolitikken i region 1 justeres slik at de globale utslippsreduksjonene er identiske. Dermed er klimaeffekten lik på tvers av politikk-scenariene, og vi kan fokusere på de økonomiske velferdseffektene. Dette innebærer at utslippsreduksjonen i region 1 varierer noe mellom scenarier – jo mindre karbonlekkasje jo mindre reduksjoner er det behov for innenfor region 1.

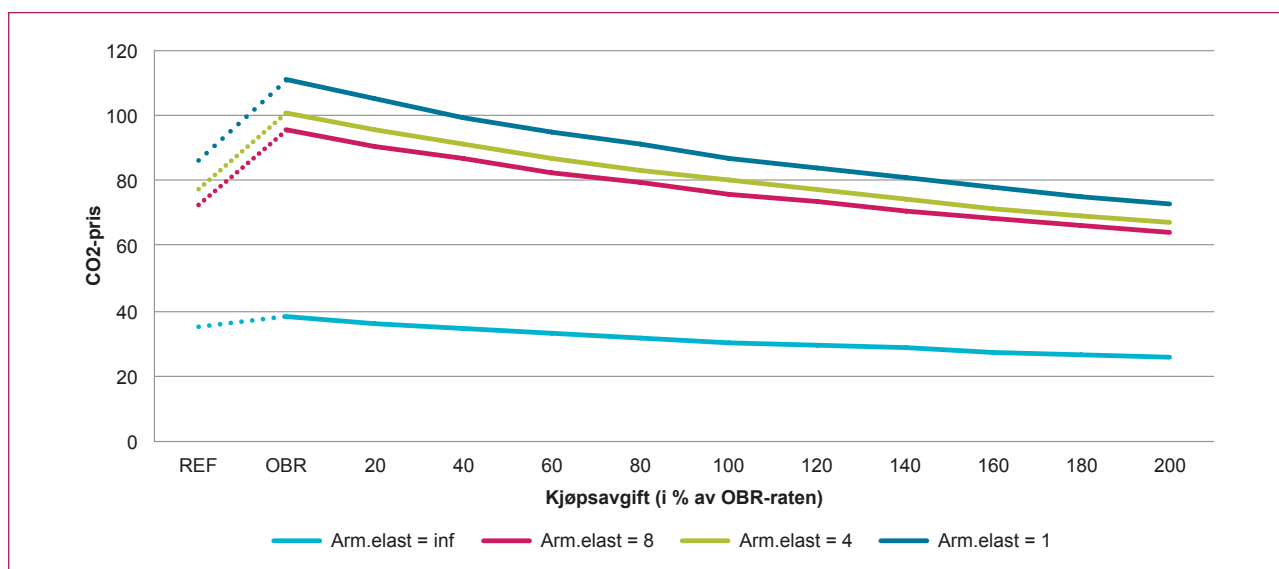
Som nevnt over spiller substitusjonselastisitetene mellom hjemmeproduserte og importerte goder (ofte kalt Armington elastisiteter) en viktig rolle. Vi anvender derfor tre ulike nivåer på disse elastisitetene (1, 4 og 8) i tillegg til varianten med homogene goder (som vi referer til som en elastisitet lik uendelig).

Resultater

Et viktig formål med gratis tildeling av kvoter og kjøpsavgift er å redusere karbonlekkasjen. I figur 1 ser vi hvordan lekkasjen påvirkes av klimapolitikken. Lekkasjen anslås som økning i utslippene i region 2 delt på utslippsreduksjonen i region 1. Helt til venstre i figuren viser vi lekkasjen ved kun CO_2 -pris (*REF*). Den avhenger naturlig nok av Armington elastisiteten. Dersom den karbonintensive og konkurranseutsatte varen (C_T) er homogen (og det er ingen transportkostnader), er det en felles verdensmarkedspris på denne varen. Da blir lekkasjen svært høy (65 prosent). I de andre tilfellene varierer lekkasjen mellom 4 og 15 prosent. Den relativt lave lekkasjen skyldes at det som nevnt over ikke er noen lekkasje via energimarkeder i modellen.⁶

Tildeling av gratiskvoter (*OBR*) reduserer karbonlekkasjen, og reduksjonen er som ventet større jo høyere Armington elastisitetene er. Lekkasjen blir faktisk (svakt) negativ i de tre tilfellene med heterogene varer. Når vi så introduserer og deretter øker kjøpsavgiften på C_T varen, ser vi at lekkasjen reduseres ytterligere. Ved en kjøpsavgift lik 100 prosent, som betyr at avgiften per enhet svarer til verdien av kvotetildelingen per produsert enhet, er lekkasjen 2-9 prosentpoeng lavere enn ved kun gratiskvoter (*OBR*).

⁶ I de fleste modellanalyser som også inkluderer lekkasje via energimarkedene varierer lekkasjen mellom 5 og 30 prosent. Lekkasjen via energimarkedene utgjør som regel rundt halvparten av lekkasjen. Se oversiktsartikkel av Zhang (2012) og spesialnummer redigert av Böhringer m.fl. (2012a).



Figur 2. CO₂-pris ved ulike politikk-scenarier og Armington elastisiteter (Euro per tonn CO₂)

Både gratiskvoter og kjøpsavgift reduserer altså karbonlekkasjen. En viktig forskjell på de to virkemidlene er at tildeling av kvoter stimulerer hjemlig produksjon mens kjøpsavgift reduserer hjemlig etterspørsel. Førstnevnte vil derfor føre til økte hjemlige utslipp mens sistnevnte vil redusere dem. Dette har konsekvenser for hvor høy CO₂-prisen må være for å nå (det globale) utslippsmålet, noe vi ser i figur 2. Ved tildeling av kvoter må CO₂-prisen opp til tross for lavere karbonlekkasje, mens ved kjøpsavgift blir CO₂-prisen lavere.

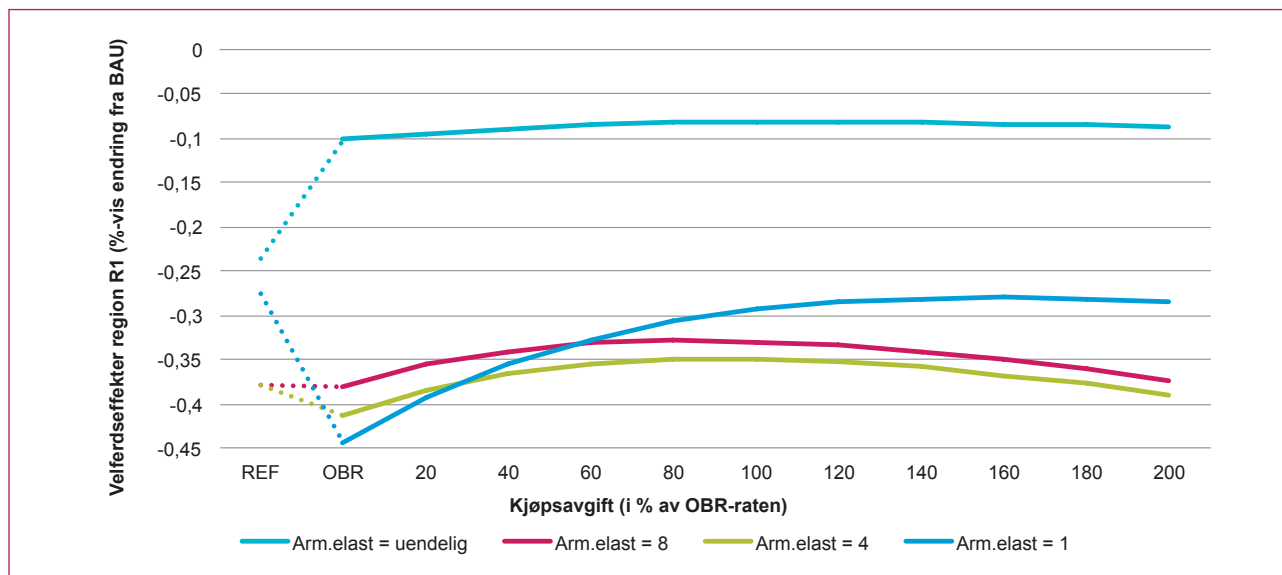
Hva så med velferdseffekter? Figur 3 viser prosentvise endringer i økonomisk velferd (målt som Hicks ekvivalent variasjon i inntekt) sammenlignet med nivået før klimapolitikk implementeres («Business as usual» – BAU). Siden de globale utslippene er de samme i alle politikk-scenariene trenger vi ikke tenke på verdsetting av utslippsreduksjoner. Vi er i stedet opptatt av hvilken klimapolitikk som reduserer utslippene til lavest mulig kostnader. Tildeling av gratiskvoter har en gunstig velferdseffekt hvis varene som handles mellom de to regionene er homogene. I det tilfellet fører CO₂-prisen i region 1 til en uheldig relokalisering av karbonintensiv industriproduksjon til region 2. Dersom varene ikke er homogene, blir relokaliseringen mindre, og mindre jo lavere Armington elastisiteten er. Det betyr at den uønskede effekten av gratiskvoter, nemlig for stort forbruk av karbonintensive varer, blir desto viktigere. I vår modell blir velferdseffekten av gratiskvoter da negativ, og kostnaden blir spesielt stor hvis substitusjonselastisiteten mellom hjemlige og importerte varer er lav.

Innføring av kjøpsavgift har derimot en positiv velferdseffekt, uansett hva vi tror om Armington elastisitetene. Dette er i tråd med hva vi fant i den teoretiske analysen. Figur 3 viser at gevinsten er større jo lavere substitusjonselastisiteten mellom hjemlige og importerte varer er, det vil si jo mindre utsatt varene er for karbonlekkasje. Men i alle de fire tilfellene i figuren er det optimalt med en kjøpsavgift på minst 80 prosent av verdien av kvotetildelingen. I tilfellet med lavest Armington elastisitet blir kostnaden ved klimapolitikken minst med en kjøpsavgift tilsvarende 160 prosent av kvoteverdien. Da er velferdskostnadene nesten 40 prosent lavere enn ved kun gratiskvoter (OBR).

Resultatene i figur 3 tyder på at tildeling av gratiskvoter kan være fornuftig for varer som er *svært* utsatt for karbonlekkasje, gitt at man er opptatt av globale utslipp, men mindre fornuftig for varer som er *litt* utsatt for lekkasje. I begge tilfellene vil en kjøpsavgift være et smart supplement. Vår konklusjon er derfor som følger: Gitt at gratiskvoter allerede er innført for en gruppe varer vil det være fornuftig å også introdusere en kjøpsavgift på de samme typer varer.

Konklusjonen vår holder også dersom vi studerer globale velferdseffekter, og ikke bare velferdseffekter for region 1. Region 2 vil derimot tape noe på det som følge av reduserte priser på sin eksport av karbonintensive varer.

Figur 4 illustrerer hvordan produksjonen av de tre godene i de to regionene påvirkes av klimapolitikken i region 1.

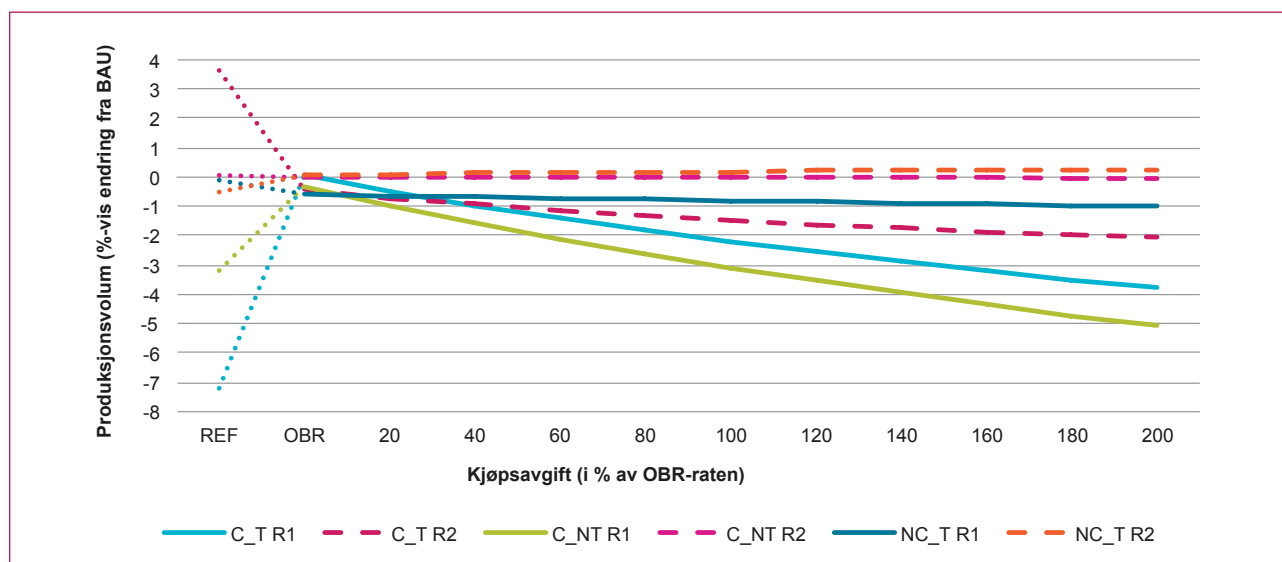


Figur 3. Velferdseffekter for region 1 ved ulike politikk-scenarier og Armington elastisiteter (prosentvis endring fra BAU)

Figuren viser tilfellet der Armington elastisiteten er lik 4. CO₂-pris alene (*REF*) fører som ventet til reduksjon i produksjonen av de to karbonintensive godene *C_T* og *C_{NT}* i region 1, og nedgangen er størst for førstnevnte som kan importeres fra region 2. Produksjonen i region 2 øker derfor, men mindre enn nedgangen i region 1. Produksjonsbasert tildeling av kvoter til *C_T* bedrifter i region 1 fører produksjonen i de to regionene nesten tilbake til utgangspunktet for dette godet.

Innføring av kjøpsavgift på den karbonintensive og konkurranseutsatte varen fører til redusert produksjon av denne varen i begge regioner. Ved kombinasjon av gratiskvoter og avgift tilsvarende 100 prosent (av verdien av kvotetildelingen) er global produksjon av *C_T* omtrent på samme nivå som ved kun CO₂-pris (*REF*).

Som figuren viser endrer produksjon av *C_{NT}* (karbonintensive og skjermede goder som transport og kraftproduksjon) seg i takt med produksjonen av *C_T*. Det skyldes at



Figur 4. Produksjon i region 1 og 2 ved ulike politikk-scenarier (prosentvis endring fra BAU)

disse to godene brukes mye som innsatsfaktorer i hverandres produksjon (sammenlignet med det karbonfrie godet NC_T). Tildeling av kvoter til C_T bedrifter stimulerer derfor også produksjonen av C_{NT} , mens kjøpsavgift på C_T goder reduserer etterspørselen etter C_{NT} goder. Produksjonen av karbonfrie goder i region 1 faller også litt når det innføres kjøpsavgift på C_T goder, noe som dels skyldes økt import og dels fordi produksjonen av karbonfrie goder bruker noe C_T goder som innsatsfaktor.

KONKLUSJONER

Til tross for klimaavtalen i Paris i desember vil klimapolitikken i ulike land variere betydelig i lang tid framover. Det betyr at norsk og europeisk klimapolitikk kan påvirke klimagassutslipp utenfor Europa. Dette er bakgrunnen for at EU deler ut store mengder gratiskvoter til industrien i EU og Norge. Som nevnt innledningsvis finner Martin m.fl. (2014) at en mindre omfattende og mer målrettet tildeling av kvoter kunne redusert risikoen for lekkasje like mye som dagens tildelingsregime. De foreslår en tildelingsmekanisme som i større grad tar hensyn til bedriftenes karakteristika.

Vi foreslår en alternativ og enklere strategi, nemlig å kombinere tildeling av kvoter med en kjøpsavgift. Det innebærer at varer som gir rett på gratiskvoter også ilegges en enhetsavgift ved all kjøp av denne varen. Det vil si en avgift per tonn stål, en annen avgift per tonn sement etc. Ettersom dagens tildelingsregler er utformet på en slik måte at bedriftene får tildelt et visst antall kvoter per produsert enhet (f.eks. per tonn stål), vil det være relativt enkelt å utforme et slikt avgiftsregime.

I denne artikkelen har vi vist at innføring av en slik kjøpsavgift vil gi økt velferd. Det skyldes at kjøpsavgiften motvirker de negative bieffektene av å dele ut kvoter til produksjon av bestemte varer, som er for stort forbruk av slike varer. Kjøpsavgiften er spesielt fornuftig for varer som er lite utsatt for lekkasje, men som likevel får gratiskvoter. Siden risikoen for karbonlekkasje er vanskelig å fastslå i praksis, har det lett for å bli for sjenerøs tildeling slik Martin m.fl. konkluderer.

En kjøpsavgift vil ha liknende effekter som karbontoll og eksportrefusjon, men være langt mindre kontroversielt gitt dagens WTO-regler. Vår konklusjon er derfor at det vil være smart virkemiddelbruk å supplere gratis tildeling av kvoter med en parallell kjøpsavgift.

REFERANSER

Böhringer, C., E. Balistreri og T.F. Rutherford (2012a): The Role of Border Carbon Adjustment in Unilateral Climate Policy: Overview of an Energy Modeling Forum Study (EMF29), *Energy Economics* 34 Supplement 2, 97-110.

Böhringer, C., B. Bye, T. Fæhn og K.E. Rosendahl (2012b): Alternative designs for tariffs on embodied carbon: A global cost-effectiveness analysis, *Energy Economics* 34 Supplement 2, 143-152.

Böhringer, C., C. Fischer og K.E. Rosendahl (2014): Cost-effective unilateral climate policy design: Size matters, *Journal of Environmental Economics and Management* 67, 318-339.

Böhringer, C., K. E. Rosendahl og H.B. Storrøsten (2015): Smart hedging against carbon leakage, Working Papers No. 14 / 2015, Norwegian University of Life Sciences, School of Economics and Business.

Fischer, C. and A.K. Fox (2012): Comparing policies to combat emissions leakage: Border carbon adjustment versus rebates, *Journal of Environmental Economics and Management* 64, 199-216.

Hoel, M. (1996): Should a carbon tax be differentiated across sectors? *Journal of Public Economics* 59, 17-32.

Martin, R., M. Muûls, L.B. de Preux og U.J. Wagner (2014): Industry Compensation under Relocation Risk: A Firm-Level Analysis of the EU Emissions Trading Scheme, *American Economic Review* 104, 2482-2508.

Monjon, S., P. Quirion (2011): Addressing leakage in the EU ETS: Border adjustment or output-based allocation? *Ecological Economics* 70, 1957-1971.

Sato, M., K. Neuhoff, V. Graichen, K. Schumacher og F. Matthes (2015): Sectors under Scrutiny: Evaluation of Indicators to Assess the Risk of Carbon Leakage in the UK and Germany, *Environmental and Resource Economics* 60, 99-124.

Zhang, Z. X. (2012): Competitiveness and Leakage Concerns and Border carbon adjustment, *International Review of Environmental and Resource Economics* 6, 225-287.