

# Karbontoll som virkemiddel mot karbonlekkasje – en sammenlikning av ulike tollscenarier

Christoph Böhringer, Brita Bye,  
Taran Fæhn og Knut Einar Rosendahl\*

*Frykten for karbonlekkasje holder igjen på ambisjonene i nasjonal og europeisk klimapolitikk. Karbontoll er et virkemiddel som kan motvirke deler av lekkasjeeffektene og redusere de samfunnsøkonomiske kostnadene ved enkeltlands klimapolitikk. Her diskuterer vi effektene av at Europa innfører ulike tollsystemer i tillegg til et kvotemarked. Vi finner at det mest virksomme systemet halverer lekkasjene og samtidig reduserer effektivitetskostnadene ved klimapolitikken med om lag en tredjedel. Noen av systemene får imidlertid ingen nevneverdig virkning verken på lekkasjene eller effektivitetskostnadene.*

## 1. Innledning

En av de største utfordringene ved å føre en ambisiøs klimapolitikk i Norge og EU er å begrense omfanget av karbonlekkasje, det vil si begrense utslippsøkningen utenfor Europa som følger av klimapolitikk innen Europa. Den viktigste årsaken til karbonlekkasje er at verdensøkonomien er sterkt integrert og preget av omfattende handel med energi og andre varer mellom land og regioner. Endret politikk i ett eller flere land kan dermed påvirke handelen med andre land og på den måten påvirke produksjon, konsum og utslipp også i land som ikke endrer sin politikk. I fravær av effektive globale klimaavtaler har importtoll basert på karboninnholdet i importerte varer blitt foreslått som et supplerende virkemiddel til ensidig utslippsprising (Markusen, 1975; Hoel, 1996; Gros, 2009).<sup>1</sup> Med karboninnholdet i en vare menes CO<sub>2</sub>-utslippene som oppstår ved produksjonen av varen, enten bare de direkte utslippene i fabrikkene som produserer varen, eller også de indirekte utslippene forbundet med å produsere innsatsvarene som brukes i produksjonen av varen (ikke minst elektrisitet).

Importtoll på karboninnholdet i importerte varer, såkalt karbontoll, har imidlertid en del utfordringer knyttet til verdens handelsorganisasjon (WTO) og lovregulering av handelshindringer. I tillegg kan atmosfæren i de internasjonale klimaforhandlingene lide hvis noen land velger å innføre karbontoll. Slike andre effekter bør også tas hensyn til i en total vurdering av samfunnsøkonomiske effekter av klimatiltak. I denne artikkelen benytter vi en generell likevektsmodell for verdensøkonomien til å kvantifisere effektene i ulike regioner av å innføre karbontoll i Europa. Vi tar utgangspunkt i en situasjon der Europa gjennomfører en ensidig klimapolitikk, og studerer ulike måter å utforme karbontoll på. Vi lar karbontollen variere langs to dimensjoner: (i) karboninnholdet i produktet og (ii) differensieringen av tollsatsene.<sup>2</sup>

I utgangspunktet kan en tenke seg at den mest effektivt utformede karbontollen er den som inkluderer både direkte og indirekte utslipp, og som tar hensyn til at karboninnholdet i importvarene varierer mellom regioner. På den annen side kan et slikt omfattende og detaljert tollsystem være det mest kostbare når det gjelder juridiske formuleringer og institusjoner, praktisk beregning og overvåking, samt politisk aksept og implementerbarhet. Med utgangspunkt i den mest omfattende utformingen av karbontollen beregner vi hvordan de samfunnsøkonomiske effektivitetskostnadene og lekkasjene påvirkes av å forenkle systemet langs ulike dimensjoner. Vi vurderer systematisk fordelene og ulempene ved de ulike alternative utformingene.<sup>3</sup>

**Christoph Böhringer** er professor ved Universitetet i Oldenburg (boehring@uni-oldenburg.de)

**Brita Bye** er forsker ved Gruppe for energiøkonomi (Brita.Bye@ssb.no)

**Taran Fæhn** er forsker ved Gruppe for miljøøkonomi (Taran.Faehn@ssb.no)

**Knut Einar Rosendahl** er forsker ved Gruppe for energiøkonomi (knut.einar.rosendahl@ssb.no)

\*Takk til Bodil M. Larsen for nyttige kommentarer til et tidligere utkast.

<sup>1</sup> Eksport kan her ses på som negativ import, og bør tilsvarende ha negativ toll dvs. en subsidie som nøytraliserer produksjonseffekten av karbonavgiften når varen eksporteres. Dette har vi imidlertid ikke analysert i denne studien.

<sup>2</sup> I Böhringer mfl. (2012), som denne artikkelen er basert på, ser vi også på en tredje dimensjon, nemlig hvilke sektorer som er omfattet av tollene. Dette kommer vi tilbake til i konklusjonen. I den samme artikkelen analyserer vi også scenarier der flere land/regioner enn Europa innfører slik politikk.

<sup>3</sup> En slik systematisk vurdering av ulike måter å beregne en karbontoll på har hittil ikke blitt gjennomført, se for øvrig Babiker mfl (1997), Peters og Hertwich (2008), Kuik og Hofkes (2010) og Winchester (2011) for ulike analyser av utforming av karbontoll.

## 2. Politikk for å redusere karbonlekkasjer

Karbonlekkasje er økningen i utslipp av klimagasser i andre deler av verden som følger av klimapolitikk i ett land, eller en gruppe av land (Hoel, 1991). Karbonlekkasje måles gjerne som forholdet mellom utslippsoøkningen i resten av verden og utslippsreduksjonen i landene som implementerer klimapolitikken (i prosent). I litteraturen finner man stort sett en lekkasje på 10 - 30 prosent, se for eksempel Paltsev (2001), Böhringer og Löschel (2002), Babiker og Rutherford (2005), Fischer og Fox (2007), Ho m.fl. (2008) og Böhringer m.fl. (2010). Jo flere land som innfører klimapolitikk, jo lavere blir som regel lekkasjen. Det er to hovedkanaler for karbonlekkasje; den første er *konkurransoeffekten* som betegner lekkasjen som følger av at energiintensive, konkurranseutsatte bedrifter i land med klimapolitikk mister konkurransevne til utlandet. Da flytter utslipp til land uten klimapolitikk; hvor mye vil avhenge av faktorer som prisendringer, konkurranseforhold, utslippsintensiteter og etterspørselseffekter. Den andre effekten er *energimarkedseffekten*. Når land innfører klimapolitikk som reduserer etterspørselen etter fossil energi, fører det til lavere internasjonale priser på slik energi. Etterspørselen vil da øke i utlandet og gi karbonlekkasje. Lekkasjen vil motvirkes i den grad tilbudet av fossil energi er prisfølsomt. De fleste studier tyder på at energimarkedseffekten utgjør en større andel av den totale karbonlekkasjen enn konkurranseeffekten. Det er viktig å merke seg at karbontollsystemene vi studerer bare har direkte effekt på konkurranseeffekten, via endret lønnsomhet for konkurranseutsatt industri. Samlet forbruk av fossil energi vil ikke påvirkes i særlig grad, og dermed blir energimarkedseffekten om lag uendret.

Idéen om å ta i bruk handelspolitiske virkemidler for å motvirke karbonlekkasje ble først introdusert av Markusen (1975) for en økonomi som besto av to land og to goder. Denne modellrammen ble utvidet til det generelle n-land, n-gode tilfellet i Hoel (1996). Begge forfatterne viser at en optimal ensidig politikk innebærer å kombinere en uniform CO<sub>2</sub>-avgift (eller auksjonerte kvoter) med toll på karbonintensiv import og subsidier til karbon-intensiv eksport. Tollen skal i prinsippet settes til et nivå som priser alle endringer i karbonutslippet i opprinnelseslandet til samme nivå som den innenlandske karbonprisen.

I en vurdering av karbontollsystemer må også andre hensyn enn ren kostnadseffektivitet tas i betraktning. Mulighetene for konflikt med lovgivningen i WTO og andre handelsreguleringer kan avhenge av hvordan tollsystemet utformes (Holzer, 2010). I tillegg til slike juridiske hindringer, vil en detaljert informasjonsinnhenting om karboninnholdet i produkter fra andre land være ressurskrevende. I en av de få oversiktsanalysene som finnes av kostnadene ved å oppgi detaljert produktinformasjon i forbindelse med beskatning for private bedrifter, viser Evans (2003) at kostnadene målt i forhold til skatteprovenyet ligger på mellom 2 og 16 prosent for bedriftene, mens administrasjonskostnadene for det offentlige er på

Tabell 1. **Modellsektorer og -regioner**

Sektorer og varer	Land og regioner
<i>Energi</i>	<i>Annex 1 (industrialiserte) regioner</i>
Kull (COL)	Europa – EU-27 pluss EFTA (EUR)
Råolje (CRU)	United States of America (USA)
Naturgass (GAS)	Japan (JPN)
Raffinerte oljeprodukter (OIL) <sup>1</sup>	Canada (CAN)
Elektrisitet (ELE)	Australia og New Zealand (ANZ)
	Russland (RUS)
<i>Utslippsintensive &amp; konkurranseutsatte sektorer<sup>1</sup></i>	Øvrige Annex 1 (RA1)
<i>Kjemiske varer (CRP)</i>	
<i>Ikke-metalliske mineraler (NMM)</i>	<i>Non-Annex1 (utviklings-) regioner</i>
	Energieksporterende land ekskl. Mexico (EEX)
Jern og stål (I_S)	Mexico (EEX)
Ikke-ferro metaller (NFM)	Brasil (BRA)
	Mexico (MEX)
<i>Transportsektore<sup>2</sup></i>	China (CHN)
Lufttransport (ATP)	India (IND)
Vanntransport (WTP)	Øvrige middelinntektsland (MIC)
Øvrig transport (OTP)	Øvrige lavinntektsland (LIC)
<i>Øvrig industri og tjenester<sup>2</sup></i>	
Fiskeri (FSH)	
Landbruk (AGR)	
Treforedling (PPP)	
Øvrige industri og tjenester (AOG)	

<sup>1</sup> Inkludert i gruppen Energiintensive, konkurranseutsatte sektorer (EITE).

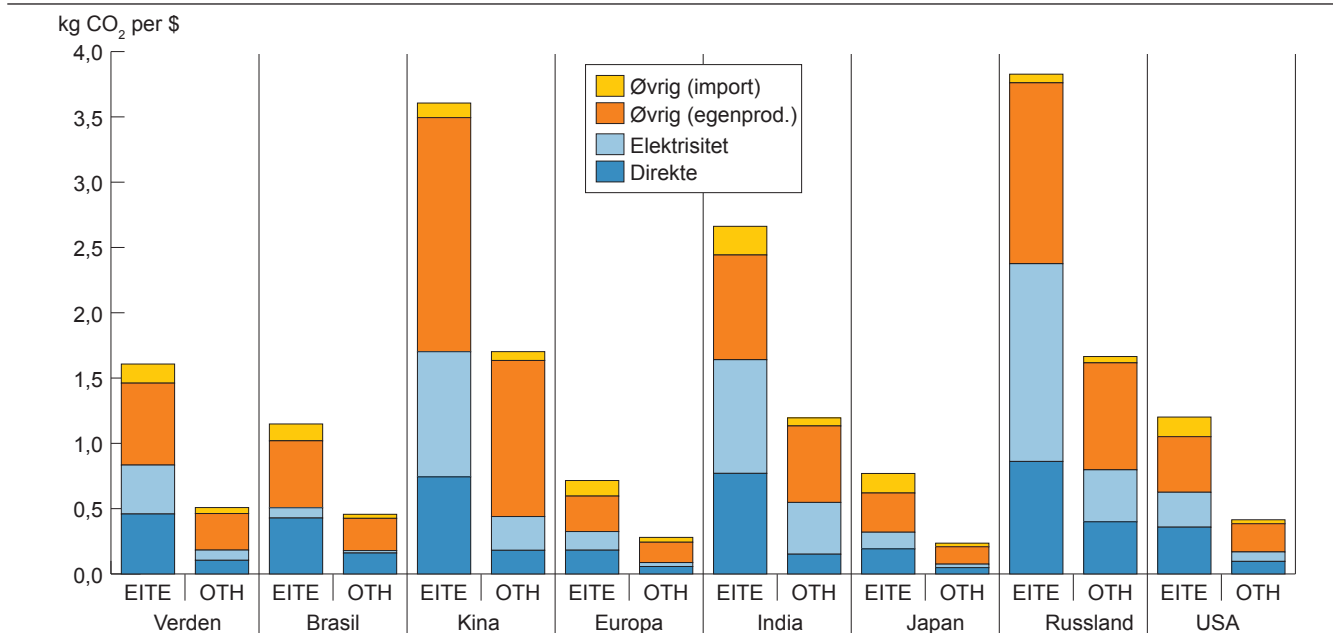
<sup>2</sup> Inkludert i gruppen Øvrige ikke-energi sektorer (OTH).

om lag 1 prosent. En ytterligere potensiell kostnad knyttet til å innføre karbontoll er at atmosfæren i de internasjonale klimaforhandlingene kan lide. På den annen side kan det tenkes at trusselen om karbontoll kan føre til at flere land velger å bli med på en avtale.

## 3. Modell og data

Vi benytter en global økonomisk modell med mange produksjonssektorer, varer og geografiske regioner. Modellen er spesielt utviklet for analyser av klimapolitikk, energimarkeder og internasjonal handel; se Böhringer mfl. (2010). Modellen er empirisk basert ved hjelp av nasjonalregnskapsdata, energiregnskap og økonomiske analyser av atferd.<sup>4</sup> Den er basert på generell likevektsteori som kombinerer atferden til rasjonelle økonomiske mikroaktører (bedrifter og husholdninger) med generelle markedslikevektbetingelser. Husholdningene i hver region er modellert ved en representativ aktør som mottar inntekt fra de tre primærfaktorene; arbeidskraft, kapital og petroleum- og kullressurser. Arbeidskraft og kapital er mobile mellom sektorer innenfor hver region, men immobile mellom regioner. Privat konsum i hver region følger av (de representative) husholdningenes velferdsmaksimerende atferd under gitte budsjettskranker (ingen endringer i

<sup>4</sup> Kvantifisering er basert på GTAP 7.1, som er et detaljert datasett for nasjonalregnskap over produksjon og konsum, kombinert med bilaterale handelsstrømmer og tilhørende CO<sub>2</sub>-utslipp for 112 regioner og 57 sektorer (Badri og Walmsley, 2008)

Figur 1. Modellens karboninnhold i utvalgte regioner for EITE og OTH sektorer. Kg CO<sub>2</sub> per \$ produksjonsverdi i 2004<sup>1</sup>

<sup>1</sup> For forkortelser, se Tabell 1.

Kilde: GTAP databasen (www.gtap.org)

sparing, som igjen er lik investeringene i landet), samt av tilbudet av offentlige varer og tjenester (som er satt eksogent). Dette konsumet spres deretter ut på energivarer og andre konsumvarer i modellen. Det innenlandske konsumet av hver handelsvare er sammensatt av en innenlandsk produsert variant og tilsvarende importerte varianter.<sup>5</sup> Utslipp av CO<sub>2</sub> er proporsjonalt med forbruket av de ulike fossile brenslene.

For å kunne studere forskjellige varianter av karbontoll, må vi kjenne til sammensetningen av karboninnholdet i et produkt. Dette består av de direkte karbonutslippene fra bruk av fossile brenslere som innsatsfaktorer i produksjonen, i tillegg til indirekte karbonutslipp. Indirekte karbonutslipp splitter vi igjen opp i utslipp fra produksjonen av elektrisitet som benyttes i fremstillingen av varen, samt utslipp fra produksjonen av alle andre (ikke-elektriske og ikke-fossile) innsatsfaktorer. Sistnevnte utslipp kan enten foregå i regionen selv, ved at innsatsvarene produseres der, eller foregå i andre regioner, dersom innsatsvaren importeres. I figur 1 sammenlikner vi ulike regioners karbonintensitet slik de er beregnet i modellgrunnlaget, for to ulike grupper av varer: energiintensive og konkurranseutsatte (EITE) sektorer, og øvrige sektorer (OTH). Karboninnholdet til en vare er splittet opp i de fire komponentene nevnt over.

Vi ser at utslippsintensitetene varierer sterkt. Regioner utenfor OECD er generelt mer utslippsintensive enn OECD-regioner. Videre ser vi at utslippene er mye høyere for EITE-sektorer enn for OTH-sektorer – det

<sup>5</sup> Ifølge en slik såkalt *Armington*-modell er produktene differensierte i den forstand at etterspørerne vurderer tilsvarende varer fra ulike regioner som litt forskjellige og ønsker en spredning i sammensetningen. Dette gir en viss etterspørsel etter alle regioners handelsvarer.

gjelder spesielt de direkte utslippene og utslippene fra elektrisitetsbruk. Samtidig ser vi at utslippene for OTH-sektorer i land utenfor OECD som Kina og Russland, er større enn utslippene fra EITE-sektorene i OECD-landene. Generelt utgjør de direkte utslippene en begrenset andel av det totale karboninnholdet og ligger på nivå med de indirekte utslippene knyttet til elektrisitetsbruken, mens øvrige indirekte utslipp stort sett gir de høyeste bidragene, spesielt for OTH-sektorer.

Selv om den totale karbonintensiteten i OTH-sektorene er en del lavere enn i EITE-sektorene, er verdien av global handel flere ganger større for OTH enn EITE. Dette medfører at den globale handelen med karbon er 30 prosent større for OTH-sektorene samlet enn for EITE-sektorene samlet. Dette kommer vi tilbake til i oppsummeringen.

#### 4. Ulike systemer for karbontoll i Europa

Vi antar at land utenfor Europa ikke fører noen klimapolitikk og vurderer ulike utforminger av karbontollsystemer for Europa, som varierer langs følgende dimensjoner:

- i. Karboninnholdet i produktet:
  - a. DIR: tollene er kun pålagt de direkte utslippene
  - b. INDIR: tollene er pålagt de direkte utslippene pluss de indirekte utslippene fra elektrisitetsproduksjonen
  - c. TOTAL: tollene er pålagt alle de direkte og indirekte utslippene
- ii. Differensiering av tollsatsene:
  - a. DOMEST: Uniform karbontoll for alle eksportland/regioner, basert på karboninnholdet til Europas produksjon

- b. FOREIGN: Uniform karbontoll for alle eksportland/regioner, basert på alle eksportlandenes/regionenes gjennomsnittlige karboninnhold
- c. REGION: Regionspesifikk karbontoll, dvs differensiert basert på eksportlandets/-regionens karboninnhold.

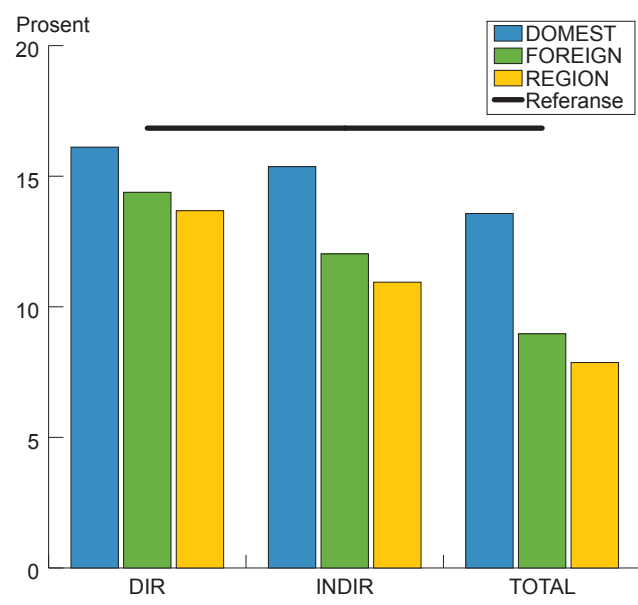
Våre scenarier illustrerer effektene av å legge ulik vekt på de økonomiske, juridiske, politiske og praktiske hensynene som vi diskuterte i avsnitt 2. For de to dimensjonene vi ser på her, vil samfunnsøkonomisk effektivitet gå på bekostning av administrasjonskostnader. Imidlertid er all nødvendig informasjon selv i de mest kompliserte systemene vi har studert, tilgjengelig fra nasjonalregnskap og andre offentlige kilder. Det taler for at administrasjonskostnadene alt i alt kan bli relativt lave i og med at private administrasjonskostnader kan holdes nede. Hvilke juridiske og politiske implikasjoner et detaljert system for karbontoll vil kunne ha, er mer uklart. Jo flere indirekte utslipp som skal tolles (dimensjon (i)), jo høyere blir tollsatsene, og jo høyere blir risikoen for politiske konflikter og handelskrig. Dessuten kan mer kompliserte systemer oppfattes som en ikke-tollmessig handelshindring i strid med WTO. På den annen side vil høyere tollsatter være mer politisk effektive, både som et pressmiddel overfor andre land til å innføre klimapolitikk, men også for å tilfredsstille innenlandske lobbyister. Økt differensiering av tollsatsene (dimensjon (ii)) kan påvirke de juridiske kostnadene i begge retninger; det øker kostnadene knyttet til byråkrati ved grensen, men reduserer risikoen for at bedrifter blir tilfældig, og dermed ulovlig, rammet av en tollsats. Lave satser som følge av et lavt karboninnhold vil redusere risikoen for handelstvist som følge av tollene. Det er rimelig å anta at satsene vil være betydelig lavere når de baseres på karboninnholdet i produksjonen i Europa enn i de eksporterende landene.

Effektene av de ulike karbontollscenariene er sammenliknet med et referansescenario hvor Europa gjennomfører en ensidig politikk i form av auksjonering av kvoter for å redusere sine utslipp med 20% i forhold til et basisscenario uten klimapolitikk. Dette gir en uniform pris på CO<sub>2</sub>-utslipp i hele Europa. For å kunne sammenlikne de globale kostnadene ved de ulike scenariene, holdes de globale utslippene konstante. Det skjer ved at vi justerer utslippsreduksjonen i Europa slik at de globale utslippsreduksjonene er de samme i alle scenariene. I scenarier med mindre karbonlekkasje vil det for eksempel være behov for noe mindre utslippsreduksjoner innen Europa.

## 5. Resultater

Effektene på karbonlekkasje i våre analyser stemmer i stor grad med hva vi skulle forvente ut fra teorien nevnt over. I referansescenariet der Europas klimapolitikk ikke ledsages av karbontoll, er lekkasjen 17 prosent, men faller til kun 8 prosent i tilfellet der systemet kommer nærmest det teoretisk sett optimale, dvs. når alle direkte og indirekte utslipp er tatt med (TOTAL), og tollsatsene baseres på regionspesifikke karboninnhold

Figur 2. Karbonlekkasje (%) under alternativ utforming av karbontoll på EITE varer

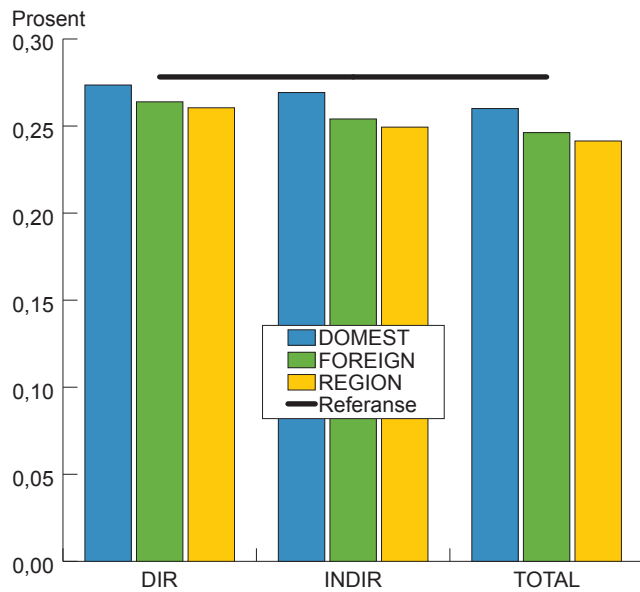


Kilde: Egne beregninger.

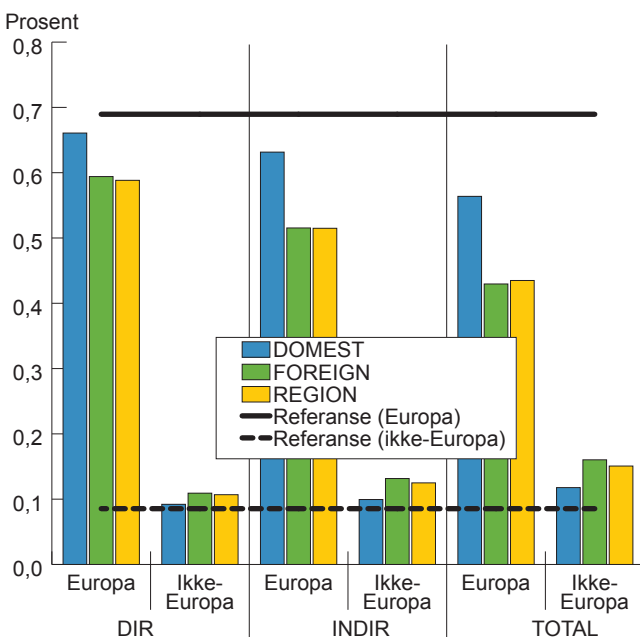
(REGION) (se figur 2). Resultatene viser at det har stor betydning om tollsatsene tar utgangspunkt i europeiske utslippsfaktorer eller i utslippsfaktorer i de ikke-europeiske landene. Dette henger sammen med at europeisk produksjon er mindre utslippsintensiv enn produksjonen i andre regioner. Det har derimot mindre å si om man tar utgangspunkt i hvert enkelt lands utslippsintensitet eller i gjennomsnittet for alle land utenfor Europa som eksporterer. Figuren viser også at det har stor betydning for karbonlekkasjen om tollsatsen baseres på kun direkte eller også på alle indirekte utslipp.

Karbonprisen i Europa faller når lekkasjene reduseres fordi mindre av (de gitte globale) utslippsreduksjonene må tas innad i Europa. I referansescenariet er karbonprisen 57 \$/tonn, mens den faller til 47 \$/tonn i scenariet med regionspesifikke tollsatter (REGION) basert på totalt karboninnhold (TOTAL).

De samfunnsøkonomiske kostnadene ved de ulike scenariene måler vi ved fallet i verdens totale velferdsnivå, som er lik summen av den nytten befolkningene i de ulike regionene får av sitt vare- og tjenesteforbruk. Et slikt globalt velferds mål tar ikke hensyn til at fordelingen av konsumet også påvirkes; vi diskuterer derfor fordelings effektene mellom Europa og resten av verden nedenfor. Effektene av klimaendringene er heller ikke med i velferds målet, men siden vi holder globale utslipp fast på tvers av scenariene, vil disse effektene være de samme i hvert scenario. Vi finner at Europas klimapolitikk reduserer den globale velferden med 0,28 prosent i referansescenariet, mens fallet blir noe mindre dersom Europa samtidig innfører karbontoll. Effektivitetskostnadene går ned med mellom 2 og 13 prosent avhengig av hvilket karbontollsystem som innføres; se figur 3. Tilsvarende som for karbonlekkasjene blir reduksjonen størst jo mer av karboninnholdet vi

Figur 3. Globale velferdskostnader<sup>1</sup> under alternativ utforming av karbontoll på EITE varer

<sup>1</sup> Kostnadene måles ved den prosentvise nedgangen i velferd i forhold til tilfellet uten noe karbonpolitikk, og den globale velferden er definert i konsum-termer. Kilde: Egne beregninger.

Figur 4. Velferdskostnader<sup>1</sup> i og utenfor Europa under alternativ utforming av karbontoll på EITE varer

<sup>1</sup> Kostnadene måles ved den prosentvise nedgangen i velferd i forhold til tilfellet uten noe karbonpolitikk, og velferden er definert i konsum-termer. Kilde: Egne beregninger.

inkluderer og jo mer målrettede (dvs. regionspesifikke) satsene er; se figur 3. Imidlertid finner vi at det betyr lite hvorvidt satsene er regionspesifikke eller om de settes likt for alle land utenfor Europa som eksportører, basert på deres gjennomsnittlige karboninnhold. Her er det altså et potensial for billige forenklinger av systemet. Velferdskostnadene øker imidlertid betydelig dersom en baserer seg på europeisk karboninnhold,

siden disse er langt lavere enn faktisk karboninnhold i importvarene.

Selv om de globale kostnadene ikke i så stor grad bli påvirket av at Europa innfører karbontoll, er de fordelingsmessige konsekvensene mellom Europa og resten av verden store. Karbontoll reduserer Europas kostnader med 4 til 37 prosent, mens de øker med 2 til 14 prosent for resten verden; se figur 4. De fleste andre land taper noe på at Europa gjennomfører en ensidig klimapolitikk, og velferdstapene øker når regionen samtidig innfører karbontoll. Europa derimot, får en markert reduksjon i velferdskostnadene ved å innføre karbontoll, særlig når tollsatsene er basert på totale utslipp i land utenfor Europa.

## 6. Oppsummering

Så lenge det ikke blir enighet om en global klimaavtale, ser vi at enkeltland eller -regioner ønsker å gå foran og implementere ensidige klimatiltak. Norge og EU er eksempler på dette. Frykten for karbonlekkasje er imidlertid med på å holde igjen på ambisjonene. Karbontoll er da blitt foreslått som et virkemiddel for å forhindre slik lekkasje. Teoretiske studier indikerer at de samfunnsøkonomiske kostnadene faller jo mer av de utenlandske utslippene som fanges opp av et slikt tollsystem, og jo mer målrettet karbontollen er innrettet. Våre beregninger viser at ved en ensidig klimapolitikk i Europa vil karbontoll kunne gi opp mot en halvering av karbonlekkasjen. Det krever en relativt detaljert spesifisering av karboninnholdet i importen, som tar hensyn til direkte og indirekte utslipp, samt variasjonen mellom regioner. Et slikt system vil også bidra mest til å redusere de europeiske og globale effektivitetskostnadene.

I Böhringer mfl. (2012), som denne artikkelen er basert på, analyseres også effektene av karbontoll på alle varer, ikke bare de energiintensive. Resultatene fra disse scenarioene tyder på at en slik utvidelse kan redusere karbonlekkasjen og de samfunnsøkonomiske kostnadene ytterligere, og at denne reduksjonen langt fra er ubetydelig. Som nevnt i avsnitt 3 er det stor handel med karbonholdige varer også utenfor EITE-sektorene, noe som er med på å forklare dette resultatet.

Potensielle effektivitetsgevinster som følge av mer kompliserte og detaljerte systemer med høyere karbontollsats, kan imidlertid bli motvirket av at andre typer kostnader øker. Mens de administrative kostnadene tilsynelatende kan holdes relativt lave ved de systemene vi har vurdert, vil juridiske og politiske konsekvenser kunne være betydelige, men svært usikre. Blant annet er det et åpent spørsmål hvorvidt karbontollregimer vil påvirke flere land til å innføre klimapolitikk eller om de snarere vil provosere frem handelskriger.

Fordelingseffekter betyr mye for hvordan ulike interessegrupper vil akseptere klimapolitiske tiltak. Europas klimapolitikk er i utgangspunktet til fordel for energiintensiv industri i Europas konkurrentland, mens inn-

føring av karbontoll reduserer denne fordelene. De mest utslippsintensive regioner og sektorer rammes hardest. Motsatt vil de hjemmebaserte utslippsintensive bedriftene lettere kunne svelge Europas klimapolitikk hvis den også omfatter karbontoll. I og med at verden som helhet kommer bedre ut når Europa supplerer sitt eget kvotehandelssystem med karbontoll, vil det i prinsippet være mulig å gjøre alle aktører bedre stilt ved hjelp av hensiktsmessige overføringssystemer. Praktiske løsninger kan imidlertid være utfordrende å få til.

## Referanser

- Armington, P.S. (1969). "A Theory of Demand for Producers Distinguished by Place of Production", IMF Staff Papers 16(1), 159–78.
- Babiker, M.H., K.E. Maskus og T.F. Rutherford (1997). "Carbon Taxes and the Global Trading System", Working Paper 97-7, University of Colorado, Boulder.
- Babiker, M. H. og T. F. Rutherford (2005). "The Economic effects of Border Measures in Subglobal Climate Agreements", *The Energy Journal* 26 (4), 99–126.
- Badri, N.G. og T.L. Walmsley (2008). "Global Trade, Assistance, and Production: The GTAP 7 Data Base. West Lafayette", Center for Global Trade Analysis, Purdue University.
- Böhringer, C. og A. Löschel (2002). "Assessing the Costs of Compliance: The Kyoto Protocol", *European Environment* 12 (1), 1-16.
- Böhringer, C., C. Fischer og K. E. Rosendahl (2010). "The Global Effects of Subglobal Climate Policies." *The B.E. Journal of Economic Analysis & Policy* 10 (2) (Symposium), Article 13.
- Böhringer, C., C. Fischer og K. E. Rosendahl (2011). "Cost-Effective Unilateral Climate Policy Design: Size Matters", RFF Discussion Papers 11-34, Washington: Resources for the future. <http://rff.org/Publications/Pages/PublicationDetails.aspx?PublicationID=21608>
- Böhringer, C., B. Bye, T. Fæhn og K. E. Rosendahl (2012). "Alternative designs for tariffs on embodied carbon: A global cost-effectiveness analysis", Discussion Papers 682, Statistics Norway.
- Evans, C. (2003). "Studying the studies: An overview of recent research into taxation operating costs", *Journal of Tax Research* 1(1), 64-92.
- Fischer, C. og A.K. Fox (2007). "Output-Based Allocation of Emissions Permits for Mitigating Tax and Trade Interactions". *Land Economics* 83, 575–99.
- Gros, D. (2009). "Global Welfare Implications of Carbon Border Taxes", CEPS Working Document No. 315/ July 2009.
- Ho, M. S., R. Morgenstern og J-S. Shih (2008). "Impact of Carbon Price Policies on U.S. Industry", RFF Discussion Paper 08-37, Washington.
- Hoel, M. (1991). "Global Environment Problems: The Effects of Unilateral Actions Taken by One Country", *Journal of Environmental Economics and Management* 20, 55–70.
- Hoel, M. (1996). "Should a carbon tax be differentiated across sectors?" *Journal of Public Economics* 59, 17–32.
- Holzer, K. (2010). "Trade and Climate Policy Interaction: Dealing with WTO Law Inconsistencies of Carbon-related Border Adjustment Measures", NCCR-Climate Working paper 2010/06, NCCR-Climate, Bern.
- Kuik, O.J. og M. Hofkes (2010). "Border adjustment for European emissions trading: competitiveness and carbon leakage", *Energy Policy* 38(4), 1741-1784.
- Markusen, J.R. (1975). "International Externalities and Optimal Tax Structures", *Journal of International Economics* 5, 15–29.
- Mattoo, A., A. Subramanian, D. Van der Mensbrughe og J. He (2009). "Reconciling Climate Change and Trade Policy". *Policy Research Working Paper* 5123 (November 1). Washington, D.C.: World Bank.
- Paltsev S. (2001). "The Kyoto Protocol: Regional and Sectoral Contributions to the Carbon Leakage", *The Energy Journal* 22(4), 53-79.
- Peters, G.P. og E.G. Hertwich (2008). "CO2 Embodied in International Trade with Implications for Global Climate Policy", *Environmental Science & Technology* 42(5), 1401–1407.
- Winchester, N. (2011). "The impact of border carbon adjustments under alternative producer responses", *American Journal of Agricultural Economics*, forthcoming.