

BRITA BYE<sup>1</sup>  
Forsker, Statistisk sentralbyrå  
KNUT EINAR ROSENDAHL<sup>1</sup>  
Forsker, Statistisk sentralbyrå



## Karbonlekkasje: Årsaker og virkemidler<sup>2</sup>

Karbonlekkasje blir sett på som et av de viktigste problemene ved utforming av klimapolitikk i enkeltland eller grupper av land. I denne artikkelen diskuterer vi karbonlekkasje knyttet til klimapolitikk i Norge eller en gruppe av industriland. Karbonlekkasje forekommer både i energimarkeder og i markeder for energiintensive varer. Vi diskuterer omfanget av karbonlekkasje og effektiviteten av politikk som skal motvirke slike lekkasjer.

### 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 – i denne sammenhengen innebærer det 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.

De internasjonale klimaforhandlingene går sakte framover. På møtet i Durban i desember 2011 ble man enige om å få på plass en juridisk bindende avtale for alle store

utslippsland innen 2015, som så skal tre i kraft innen 2020 (jf. Kvalø og Harboe i dette nummeret). Det betyr at risikoen for karbonlekkasje, som i stor grad har påvirket klimapolitikken i Norge og Europa, fortsatt vil være stor fram mot 2020. Konkurransetsatt, energiintensiv industri har uttrykt betydelig skepsis mot nasjonale/europeiske reguleringer av klimagassutslipp som kan føre til redusert lønnsomhet og aktivitet i disse næringene. Ett av de viktigste argumentene har vært at redusert aktivitet i stor grad vil bli motsvart av økt aktivitet og dermed økte utslipp utenfor Europa. Hvis dette stemmer kan slik politikk lett oppfattes som meningsløs. Risiko for karbonlekkasje har blant annet ført til at den norske CO<sub>2</sub>-avgiften har vært betydelig differensiert, med lav eller ingen avgift for konkurransetsatt, energiintensiv industri. I EUs kvotesystem har man så langt valgt å dele ut store mengder gratiskvoter til alle sektorer, men fra neste periode som starter i 2013 er risikoen for karbonlekkasje det viktigste kriterium for tildeling av gratiskvoter. Karbonlekkasje vil trolig være et svært sentralt tema i klimameldingen som regjeringen etter

<sup>1</sup> Takk til Norges forskningsråd for støtte via Renergi-programmet. Forfatterne er tilknyttet forskningssenteret CREE - Oslo Centre for Environmentally friendly Energy. CREE er finansiert av Norges forskningsråd.

<sup>2</sup> Takk til referee for nyttige kommentarer på et tidligere utkast.

sigende skal legge fram i 2012, som en oppfølging av klimaforliket i Stortinget i 2008.<sup>3</sup>

Mange vil mene at industrilandene bør ta en større andel av utslippsreduksjonene i en global avtale, noe som vil innebære en overføring av utslipp til mindre utviklede økonomier. Ensidig klimapolitikk i Norge/EU vil kunne framskynde en slik utvikling. Karbonlekkasje vil imidlertid fortsatt være et problem ved ensidig politikk. For det første vil utslippene i andre industriland utenfor Europa også øke som følge av dette. For det andre er det viktig at også utslippene i mindre utviklede økonomier reduseres sammenlignet med en referansebane uten klimapolitikk.

I denne artikkelen diskuterer vi først og fremst karbonlekkasje knyttet til klimapolitikk i Norge eller en gruppe av industriland. Karbonlekkasje kan imidlertid også være et problem uten klimapolitikk, rett og slett fordi landene er ulike og handler ut fra komparative fortrinn, inntekstnivå, graden av økonomisk vekst etc. Vi vil derfor starte med å diskutere karbonlekkasje fra industriland til utviklingsland, uavhengig av klimapolitikk i del 2. Deretter gir vi i del 3 en nærmere omtale av begrepet karbonlekkasje, og beskrive ulike måter klimapolitikk kan forårsake slik lekkasje. I del 4 refererer vi hva ulike studier har kommet fram til når det gjelder omfanget av karbonlekkasje fra EU eller andre grupper av industriland. I del 5 tar vi for oss studier av karbonlekkasje fra Norge. Til slutt i del 6 ser vi på hvordan ulike typer politikk kan tenkes å påvirke omfanget av karbonlekkasje.<sup>4</sup>

## 2. KARBONLEKKASJE OG ØKONOMISK VEKST

Globale karbonutslipp fortsetter å vokse. Nyere studier viser samtidig at i løpet av de siste 20 årene har utslippene fra de mest utviklede landene flatet ut eller også falt. Resultater fra økonometriske studier tyder på at økonomisk vekst i utviklede land fører til en mindre utslippsintensiv økonomi, se for eksempel Dinda (2004). Denne effekten oppveies imidlertid av økte utslipp fra mindre utviklede økonomier. En viktig faktor bak denne utslippsøkningen er økt eksportetterspørsel fra utviklede land. Produksjon av disse eksportvarene medfører karbonutslipp. Hvis vi betrakter disse utslippene som en integrert del av varen når den selges på de internasjonale markedene, viser analyser at økningen i slike importerte karbonutslipp mer enn

<sup>3</sup> [http://www.regjeringen.no/Upload/MD/Vedlegg/Klima/avtale\\_klimameldingen.pdf](http://www.regjeringen.no/Upload/MD/Vedlegg/Klima/avtale_klimameldingen.pdf)

<sup>4</sup> I en nylig utkommet bok av Karsten Neuhoff (2011) gis det en grundig omtale av utfordringene rundt karbonlekkasje.

oppveier reduksjonen i de utviklede landenes karbonutslipp, jf. Peters m.fl. (2011) (se også Fischer, 2011).

Den omtalte frikoblingen mellom økonomisk vekst og veksten i karbonutslipp finner vi også igjen i analyser for Norge. Fæhn og Bruvoll (2009) viser at veksten i klimagassutslipp var betydelig svakere enn den økonomiske veksten, målt ved bruttonasjonalprodukt (BNP), over perioden 1980–2000. I motsetning til hva som er tilfellet for de fleste andre utviklede økonomier, finner de at utslippslekkasjene fra Norge falt i denne perioden. Den økonomiske veksten i utviklingslandene førte til økt etterspørsel etter petroleum og metaller på verdensmarkedet, noe som var spesielt gunstig for Norge med sin svært ressursbaserte næringsstruktur. Norsk eksport av disse utslippsintensive varene økte, og mer enn oppveide den økte importen av utslippsintensive varer. Karbonlekkasjen falt derfor i denne perioden (ble mer negativ, for nærmere omtale av begrepene – se del 3). Studien tar imidlertid ikke for seg eventuell utslippslekkasje knyttet til *forbruk* av norskeksporthet petroleum, ettersom det for enkelhets skyld er lagt til grunn at endringer i norsk produksjon fullt ut motsvares av endret utenlandsk produksjon.

Fæhn og Bruvoll (2009) ser deretter på om det samme mønsteret også vil følge ved en realistisk framskrivning av den økonomiske aktiviteten i norsk økonomi fram til 2030. De finner at veksten i nasjonale karbonutslipp øker og vil følge veksten i BNP fram til 2030. Økningen skyldes i stor grad konsumvekst. I tillegg finner de at utslippslekkasjene fra Norge vil øke som følge av at norsk industri taper markedsandeler internasjonalt. Dermed øker utenlandsk produksjon av karbonintensive varer, dels på bekostning av norsk produksjon. Økonomisk vekst i Norge fram til 2030 vil dermed bidra til økte globale utslipp, både som følge av økte utslipp i Norge og gjennom økte utslipp i andre land (hovedsakelig industriland).

## 3. NÆRMERE OM KARBONLEKKASJE SOM FØLGE AV KLIMAPOLITIKK

Begrepet karbonlekkasje brukes oftest i forbindelse med at klimapolitikk i ett land, eller en gruppe av land, kan medføre økte utslipp av klimagasser i andre deler av verden (Hoel, 1991). Omfanget av karbonlekkasje uttrykkes gjerne ved bruk av følgende formel:

$$\text{Karbonlekkasje (\%)} = \frac{\text{Endret utslipp i resten av verden (tonn)}}{\text{Redusert utslipp i land(ene) som implementerer klimapolitikk tonn}} \cdot 100\%$$

Karbonlekkasje kan skje via flere kanaler. De to mest omtalte og analyserte kanalene er via de internasjonale markedene for henholdsvis fossile brensler (*energimarkedseffekten*) og energiintensive varer (*konkurransoeffekten*), og det er disse to kanalene vi vil fokusere på her. I tillegg er det i litteraturen diskutert (negativ) lekkasje via spredning av nye klimavennlige teknologier (Di Maria and van der Werf, 2008; Golombek og Hoel, 2004), og lekkasje via påvirkning av politikken i andre land (Hoel, 1991).

Den ene kanalen, som vi kaller vi for *energimarkedseffekten*, går altså via de internasjonale markedene for fossile brensler, olje, kull og gass. Klimapolitikk i en gruppe av land innebærer normalt redusert bruk av fossile brensler, noe som typisk medfører lavere priser på disse brenslene. Som følge av et slikt prisfall i de internasjonale energimarkedene vil forbruket av fossile brensler kunne øke i de landene som ikke innfører klimapolitikk. De fleste studiene av karbonlekkasje finner at størstedelen av karbonlekkasjen skjer via denne energimarkedskanalen. Samtidig er det verdt å poengtere at det er betydelig usikkerhet her – omfanget av lekkasje avhenger sterkt av hvor prisfølsomt tilbudet av fossile brensler er, og av prisfølsomheten i etterspørselen i resten av verden (dvs. utenfor landet som iverksetter/strammer inn klimapolitikken). Begge disse faktorene er svært usikre.

Det er klare forskjeller mellom hvordan de internasjonale markedene for de tre fossile brenslene fungerer, og dermed hvordan omfanget av karbonlekkasjer blir påvirket. Mens olje handles på et verdensmarked med forholdsvis like priser, handles gass i stor grad i regionale markeder. Kull ligger et sted i mellom. Videre er oljemarkedet preget av imperfekt konkurranse med OPEC som en viktig aktør, mens markedene for kull er tilnærmet frikonkurransemarkeder. Prisfølsomheten på tilbudssiden er derfor trolig større i kullmarkedene enn i oljemarkedet. Alt i alt taler dette for at karbonlekkasjen via energimarkedskanalen trolig er sterkest ved redusert forbruk av kull og olje. Redusert bruk av gass vil trolig gi lav (eller til og med negativ) karbonlekkasje, både som følge av inndelingen i regionale markeder og fordi lavere gasspris i land uten klimapolitikk kan føre til substitusjon fra kull til gass i disse landene.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Dette spørsmålet henger nært sammen med den norske diskusjonen om hvorvidt norsk eksport av gass, eller gasskraft, har positiv eller negativ klimaeffekt. På den ene siden kan det som nevnt føre til mindre bruk av kull og dermed lavere utslipp. På den annen side er det sannsynlig at samlet bruk av fossil energi øker og derfor muligens gir økte utslipp av CO<sub>2</sub>. Aune m.fl. (2004) er et eksempel på en analyse av norsk eksport av gass og gasskraft.

En interessant følge av diskusjonen over er at klimapolitikk som stimulerer til karbonfangst og -lagring (CCS) kan medføre negativ karbonlekkasje, spesielt hvis det er snakk om kullkraftverk med CCS. Årsaken er at karbonfangst er energikrevende, slik at en gitt mengde kraftproduksjon med CCS krever økt bruk av kull (eller gass) sammenlignet med et konvensjonelt kraftverk. Dermed fører klimapolitikken (i dette tilfellet) til *økt* bruk av fossile brensler, og dermed *høyere* kullpriser internasjonalt og *lavere* forbruk/utslipp i andre land. Vi vil også påpeke at klimapolitikk rettet mot andre klimagasser enn CO<sub>2</sub> normalt ikke vil medføre karbonlekkasje via energimarkedskanalen i og med at forbruket av fossile brensler som en første-ordens effekt ikke påvirkes. Lavere inntekter vil på sikt kunne redusere etterspørselen også etter andre varer som fossile brensler.<sup>6</sup>

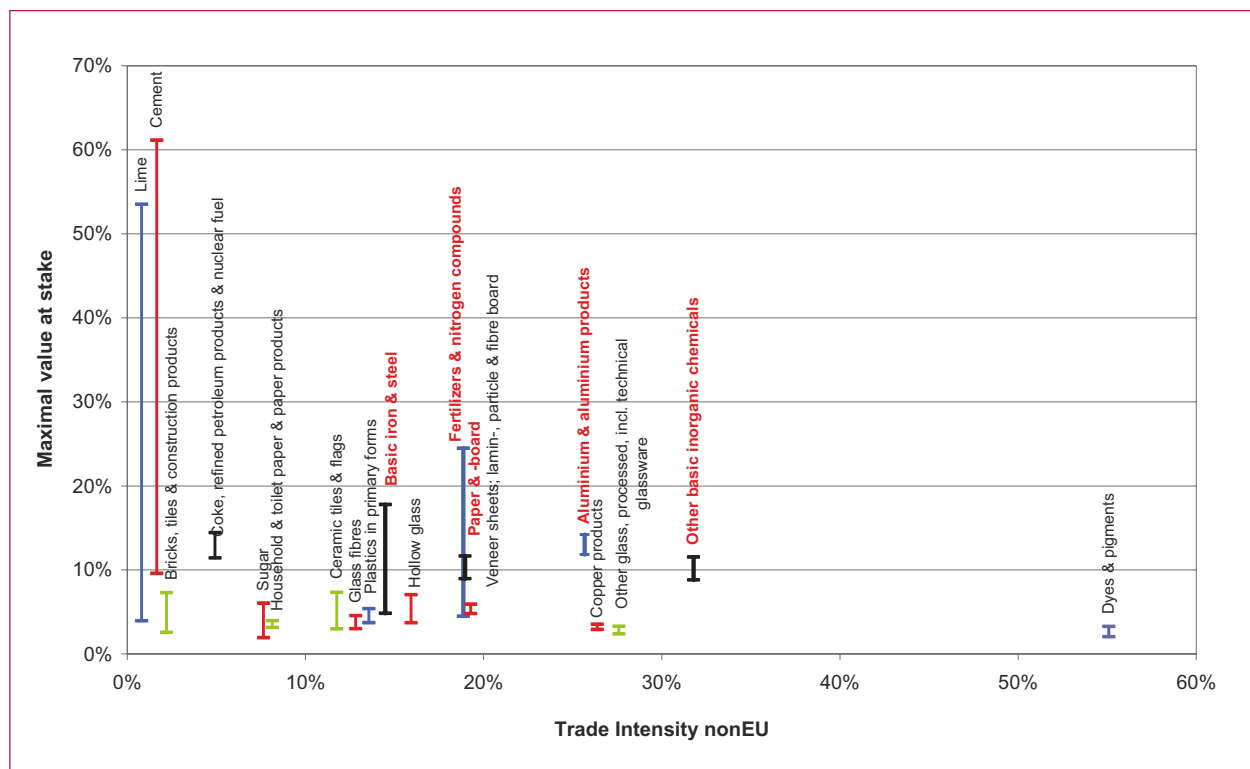
I tillegg vil vi også kunne se at klimapolitikk som reduserer landets *tilbud* av fossile brensler kan medføre *negativ* karbonlekkasje. Logikken er den samme som over: Redusert tilbud av for eksempel olje vil øke oljeprisen, og dermed redusere forbruket av olje i andre land (Hagem, 1994).

Den andre kanalen for karbonlekkasje, som vi kaller for *konkurransoeffekten*, skjer via markedene for energiintensive og konkurranseutsatte varer, som for eksempel metaller, sement og kjemiske produkter. Klimapolitikk vil typisk innebære økte kostnader ved bruk av energi, enten direkte via betaling for CO<sub>2</sub>-utslipp knyttet til forbrenning av fossile brensler eller indirekte via økte elektrisitetspriser. Sektorer som bruker mye energi kan derfor få merkbart økte produksjonskostnader. I den grad bedriftene konkurrerer med bedrifter i land uten klimapolitikk, vil det være vanskelig å velte økte kostnader over i økte produktpriser. Dermed faller lønnsomheten i landene som innfører klimapolitikk. På kort sikt vil effekten av dette normalt være begrenset i og med at investert kapital i stor grad er avskrevet. På litt lengre sikt kan det medføre raskere nedleggelse og færre nyetableringer. Dermed øker de internasjonale prisene på disse produktene, som igjen øker lønnsomheten i land uten klimapolitikk. Effekten av dette er økte investeringer og dermed økt produksjon og økte utslipp i land uten klimapolitikk.

Omfanget av lekkasjer via denne konkurransekanalen er knyttet til to sentrale faktorer, nemlig hvor mye produksjonskostnadene øker som følge av klimapolitikken, og graden av konkurranse med bedrifter i andre land (uten klimapolitikk). Den første faktoren henger sammen med

<sup>6</sup> Fullerton et al (2011) viser at slike andre-ordens inntektseffekter via redusert realkapital kan gi negativ karbonlekkasje av karbonpolitikk.

Figur 1. Handelsintensitet (x-akse) og relativ økning i produksjonskostnader (y-akse) for utvalgte sektorer i Tyskland.\*



\* Ved CO<sub>2</sub>-pris lik 20 EUR/tCO<sub>2</sub> og økning i kraftpris lik 19 EUR/MWh. Økningen i produksjonskostnader er målt ift. bruttoprodukt.  
Kilde: Graichen m.fl. (2008)

energiintensiteten, sammensetningen av energivarer og mulighetene for å redusere energibruken ved å investere i nyere teknologi. Den andre faktoren henger sammen med transportkostnader, og hvor homogene/heterogene varene fra ulike land er (for eksempel kvalitetsforskjeller). Dersom varene er heterogene, kan høyere kostnader veltes over i økte priser som ikke vil gi umiddelbar substitusjon over til importerte varer i hjemmemarkedet, og til utenlandsk produserte varer i eksportmarkedet. Slike endringer i bytteforholdet kan være positive eller negative for land med unilateral klimapolitikk.

Det er verdt å påpeke at økte investeringer i energiintensiv industri i land uten klimapolitikk forutsetter at investorene forventer en mindre ambisiøs klimapolitikk i disse landene i flere år framover, ettersom investeringer normalt har en levetid på noen tiår. Det er ikke uten videre sikkert, selv om det akkurat nå er lite som tyder på en snarlig harmonisering av klimapolitikk på tvers av mange land. Det er også viktig å nevne at nye investeringer i andre land trolig vil ha teknologier som er fullt på høyde med eksisterende bedrifter i Europa, og dermed ikke har høyere

utslippsintensiteter enn europeiske bedrifter. Det vil likevel være karbonlekkasje så lenge utslippene er positive.

Figur 1 er hentet fra Graichen m.fl. (2008) og viser betydningen av klimakostnader og graden av konkurranse med utlandet for ulike sektorer i Tyskland.<sup>7</sup> Den viser at enkelte produkter med høye utslippskostnader, som for eksempel sement, har svært liten handel med land utenfor EU. Andre produkter, som for eksempel kobber og papir, har forholdsvis stor handel, men relativt lave utslippskostnader. To sektorer med relativt høye utslippskostnader (direkte og indirekte via økte elektrisitetspriser) og betydelig handel med land utenfor EU, er aluminium og kunstgjødsel. Basert på blant annet denne figuren, er det derfor grunn til å tro at det er større risiko for karbonlekkasje til land utenfor Europa via markedene for aluminium og kunstgjødsel enn via markedet for sement.<sup>8</sup>

<sup>7</sup> <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3625.pdf>

<sup>8</sup> Når det gjelder kunstgjødsel har imidlertid Yara utviklet en ny produksjonsprosess som medfører sterkt reduserte utslipp. Dette er trolig en følge av klimapolitikken i Europa, og vil redusere risikoen for karbonlekkasje via markedet for kunstgjødsel.

#### 4. KARBONLEKKASJE FRA KLIMAPOLITIKK I INDUSTRILAND

I dette kapitlet vil vi kort oppsummere resultater fra den internasjonale litteraturen omkring karbonlekkasje fra klimapolitikk i ett eller flere industriland. Vi vil gå litt i dybden på enkeltstudier. De fleste kvantitative studier av karbonlekkasje er basert på globale generelle likevektsmodeller (inndelt i regioner og sektorer). Det fins også sektorvise analyser som fokuserer på karbonlekkasje via enkeltsektorer, og energimarkedsanalyser som fokuserer på lekkasje via de internasjonale energimarkedene. I denne gjennomgangen konsentrerer vi oss om resultater fra bruk av likevektsmodeller.<sup>9</sup>

De fleste studier av karbonlekkasje finner en gjennomsnittlig lekkasje på 10–30 %, 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). Da er det lagt til grunn CO<sub>2</sub>-prising i ett eller flere OECD-land, evt. Annex-B landene i Kyotoprotokollen, gjennom CO<sub>2</sub>-avgifter eller kvotemarked (uten målrettet tildeling av kvoter, se nedenfor). Det fins imidlertid også studier som finner betydelig lavere eller høyere lekkasje. Burniaux m.fl. (2009) og Mattoo m.fl. (2009) rapporterer for eksempel karbonlekkasje under 10 %. På den annen side finner Babiker (2005) i en modell med oligopolistisk (Cournot) konkurranse og økende skalautbytte, at karbonlekkasjen i verste fall kan overstige 100 %. I så fall medfører klimapolitikken at globale utslipp *øker*. Basert på en samlet vurdering av litteraturen virker en slik konklusjon imidlertid lite realistisk.

Omfanget av karbonlekkasje avhenger av en rekke faktorer, som omtalt i del 3. Noen av disse er knyttet til usikkerhet om hvordan markedene responderer, i form av størrelsen på priselastisiteter i tilbud og etterspørsel etter fossile brensler, og substitusjonselastisiteter mellom varer produsert i ulike land/regioner. Selv om det foreligger en rekke økonometriske studier av slike elastisiteter, er usikkerheten fortsatt betydelig. Det gjelder spesielt for substitusjonselastisiteter.

Andre viktige faktorer er knyttet til hvilken klimapolitikk som implementeres, og hvilke og hvor mange land som innfører politikken. Böhringer m.fl. (2010) finner blant annet at klimapolitikk i EU medfører klart høyere

<sup>9</sup> Sektoranalyser av energiintensive og konkurranseutsatte sektorer finner (ikke overraskende) generelt høyere prosentvis karbonlekkasje enn likevektsmodeller som ser på utslippsreduksjoner i hele økonomien, og som dermed tar hensyn til både energimarkedseffekter og konkurranseeffekter.

karbonlekkasje enn tilsvarende klimapolitikk i USA (dvs. ved samme prosentvise utslippsreduksjon). Lekkasjen fra EU er 28 % i hovedscenariet, mens den kun er 10 % fra USA. Dette skyldes delvis at EU har mer handel med andre land enn det USA har, både innenfor energiintensive varer og fossile brensler. Dessuten er både økonomien som helhet og den energiintensive industrien i EU mindre utslippsintensive enn i USA. Dermed blir CO<sub>2</sub>-prisen høyere i EU enn i USA. Alt i alt påvirkes produksjonen av energiintensive varer omtrent likt i EU og USA (høyere CO<sub>2</sub>-pris og lavere utslippsintensitet i EU), men relokalisering av slik produksjon medfører relativt større lekkasje når EU-bedrifter reduserer sin (mindre utslippsintensive) produksjon enn når amerikanske bedrifter gjør det.

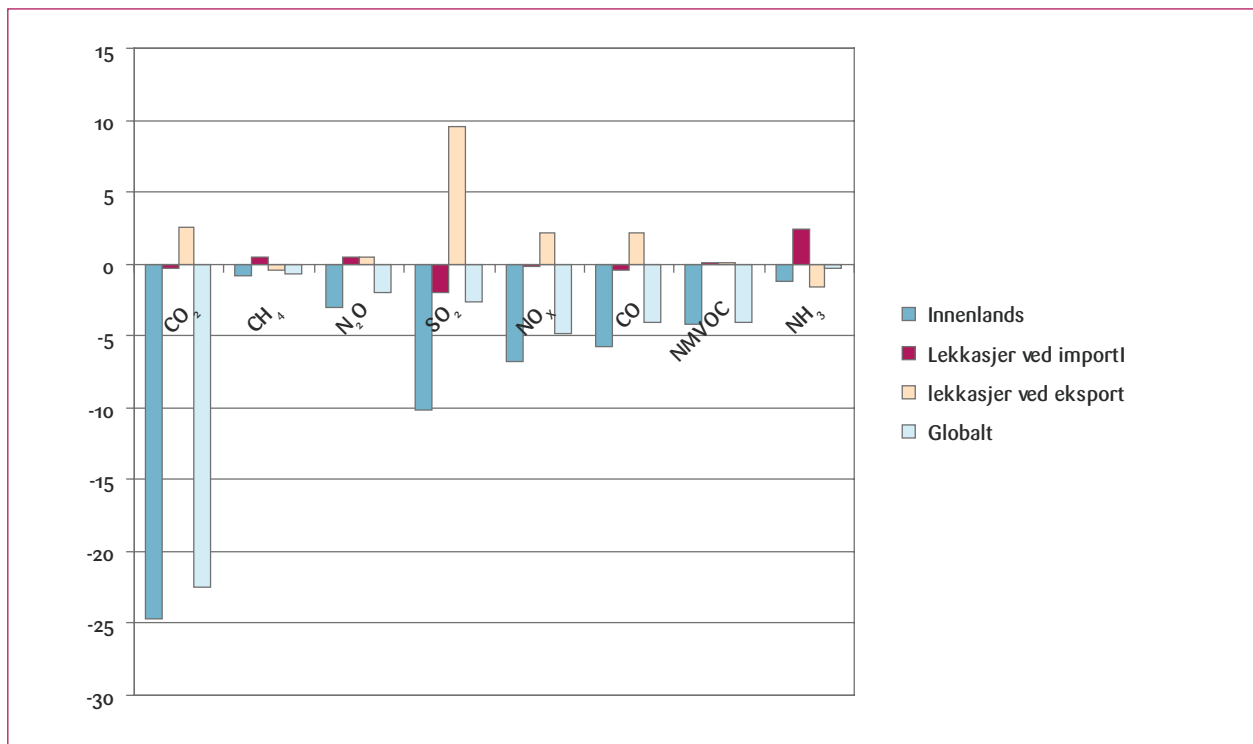
I Böhringer m.fl. (2011) vises det at karbonlekkasjen (målt i %) synker etter hvert som flere land inngår i en slags koalisjon med felles klimapolitikk. Dette er intuitivt – når koalisjonen omfatter hele verden vil det per definisjon ikke lenger være noen karbonlekkasje. Böhringer m.fl. (2011) finner at mens klimapolitikk kun i EU eller USA medfører karbonlekkasje på gjennomsnittlig 17 % (veid gjennomsnitt av de to alternativene), vil lekkasjen synke til 13 % dersom *både* EU og USA innfører felles klimapolitikk, og til 10 % dersom hele Annex 1 inngår.

#### 5. KARBONLEKKASJE OG NORSK KLIMAPOLITIKK

For små, åpne økonomier som den norske, vil unilaterale klimapolitikk i liten grad påvirke prisene på verdensmarkedet, det være seg energipriser eller priser på andre varer. Det betyr imidlertid ikke at karbonlekkasjen via energimarkedskanalen kan ses bort fra. En svært liten prisreduksjon på fossile brensler vil gi en svært liten prosentvis økning i forbruket av fossile brensler utenfor Norge. Men siden totalforbruket i verden er såpass mye høyere enn forbruket i Norge, kan den lille prosentvise økningen i utlandet være av samme absolutte størrelsesorden som reduksjonen i Norge. Det er ingen grunn til å tro at en reduksjon i norsk oljeforbruk på en million tonn (ca. 15 %) vil føre til mindre karbonlekkasje enn en reduksjon på en million tonn i EU, og det er heller ingenting som tyder på at lekkasjen (målt i prosent) vokser med utslippsreduksjonen (målt i tonn). I eksisterende studier av karbonlekkasje som følge av klimapolitikk i Norge, har man imidlertid sett bort fra energimarkedseffektene og fokusert på konkurranseeffekten.

Bruvoll og Fæhn (2006) studerer kostnader og lekkasjeeffekter ved et unilateralt mål som nås ved en uniform,

Figur 2: Innenlandske utslipp, lekkasjer via økt import, lekkasjer via redusert eksport og totale globale utslipp (lik summen av de tre foregående). Prosentvise endringer ift. innenlandske utslipp i referansebanen



Kilde: Bruvoll og Fæhn (2006)

nasjonal kvotepris. Studien finner et langsiktig velferdsfall på om lag 0,5 prosent.<sup>10</sup> Utslippslekkasjer beregnes som følger: Det antas at reduksjon (økning) i norsk import av en bestemt vare slår ut i tilsvarende reduksjon (økning) i produksjonen hos landene som eksporterer denne varen til Norge, mens reduksjon (økning) i norsk eksport på tilsvarende måte fører til økning (reduksjon) i produksjonen i importlandene. Lekkasjeanalysen tar hensyn til de sektorvise utslippsintensitetene i de ulike landene norske produsenter konkurrerer med i verdensmarkedene. Figur 2 viser at utslippslekkasjer skjer, men at de er forholdsvis små (om lag 10 % for CO<sub>2</sub>), og langt fra nøytraliserer utslippsreduksjonene hjemme. Figuren viser også at det er eksportreduksjonen som betyr mest. Det er særlig redusert eksport av kraft og industriprodukter som slår ut.

Fæhn og Bruvoll (2009) sammenlikner effektene av den unilaterale politikken i Bruvoll og Fæhn (2006) med

<sup>10</sup> For en oversikt over kostnader ved klimatiltak i Norge, se Bye og Fæhn (2009) og Fæhn, Jacobsen og Strøm (2010).

effektene av Kyotoprotokollen for Norge (som er analysert i Strøm, 2001). Siden mange av Norges handelspartnere også deltar i Kyoto-samarbeidet, vil endringene i handelen bli små og det blir derfor lite utslippslekkasjer via denne kanalen. For den samme velferdskostnaden får man mer klimaeffekt innenfor Kyoto-samarbeidet (Strøm, 2001) enn ved unilaterale tiltak i Norge (Bruvoll og Fæhn, 2006). Lekkasjeene er forsvinnende små når politikken er flernasjonal.<sup>11</sup>

Gjennom Kyotoprotokollen har Norge forpliktet seg til en nasjonal utslippskvote for årene 2008–2012. Det vil si at samlede utslipp i Norge fratrukket utslippsreduksjoner i utlandet som Norge har betalt for (gjennom kvotekjøp), ikke kan overstige denne kvoten. I Durban ble det vedtatt å forlenge Kyotoprotokollen, men det er kun noen få land inkludert Norge og EU som vil ha utslippsforpliktelser

<sup>11</sup> I Statistisk sentralbyrå foregår det nå et prosjekt som skal analysere relevante klimapolitiske tiltak for Norge, inklusive handelstiltak for å hindre lekkasjer, i en global modell hvor Norge er et av landene. Prosjektet vil være ferdig våren 2012.

de nærmeste årene. Det er uklart hvilke internasjonale forpliktelser Norge vil ha framover, spesielt fra og med 2020. Norge har likevel gjennom det såkalte klimaforliket i Stortinget vedtatt selvpålagte nasjonale utslippskvoter. I 2020 utgjør denne kvoten 70 % av norske klimagassutslipp i 1990, mens fra og med 2030 skal Norge være karbonnøytral, hvilket betyr at utslippskvoten settes lik null. I tillegg angir klimaforliket at utslipp i Norge i 2020 skal reduseres med 15–17 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (inkl. skogtiltak) sammenlignet med en referansebane uten ny klimapolitikk.

Vi kan så stille spørsmålet om hva er konsekvensen for karbonlekkasje av å ha egne mål for utslipp i Norge, gitt at man også har en nasjonal utslippskvote (enten selvpålagt eller knyttet til en internasjonal avtale om utslippsreduksjoner)? Da er lekkasjen tilnærmet lik 100 % fordi økte utslippsreduksjoner i Norge går på bekostning av tilsvarende store utslippsreduksjoner i utlandet (gjennom redusert kvotekjøp).<sup>12</sup> Dette gjelder uansett om utslippsreduksjonen skjer i sektorer som er omfattet av EUs kvotesystem, hvor lekkasjen er relativt synlig, eller i andre sektorer. Forutsetningen er selvfølgelig at kvotekjøp i utlandet representerer reelle utslippsreduksjoner. Størst sikkerhet for dette har man trolig gjennom å kjøpe kvoter i EUs kvotesystem, noe norske myndigheter også har muligheten til. Dette betyr selvfølgelig ikke at norske utslippsreduksjoner alltid er bortkastet – det er for eksempel mer fornuftig å realisere utslippsreduksjoner i Norge dersom den samfunnsøkonomiske kostnaden av dette er lavere enn prisen på kvoter.

## 6. POLITIKK FOR Å REDUSERE KARBONLEKKASJER

Karbonlekkasje kan til en viss grad reduseres ved å justere klimapolitikken eller ved å innføre supplerende virkemidler. Det gjelder i første rekke lekkasjen som skjer via energiintensive og konkurranseutsatte næringer. Lekkasjen via de internasjonale markedene for fossile brensler kan også påvirkes, men kun i beskjeden grad, og normalt ikke ved å skjerme eller på annen måte justere klimapolitikken rettet mot energiintensiv industri. Da er det mer relevant å diskutere redusert oljeproduksjon eller bruk av karbonfangst (se diskusjonen i del 3).

Den tradisjonelle måten å hindre karbonlekkasje knyttet til energiintensive næringer, har vært å skjerme disse

<sup>12</sup> Den direkte lekkasjeeffekten utgjør nøyaktig 100%. I tillegg kan det fortsatt være karbonlekkasje via de kanalene som er diskutert tidligere, men disse vil nå være mindre (spesielt lekkasjen via energimarkedene).

næringene fra klimapolitikk, enten helt eller delvis, gjerne i form av fritak for avgifter eller reduserte satser. Etter som kvotehandel har blitt det dominerende virkemidlet i klimapolitikken, ikke minst i Europa, har man begynt å se på alternative måter å redusere karbonlekkasje på. Det gjelder både i den økonomiske litteraturen og i den politiske debatten og beslutninger. To sentrale virkemidler her er gratis tildeling av kvoter og såkalt karbontoll (toll på karboninnholdet i importvarer).

Tildeling av kvoter har stått sentralt i EUs kvotemarked, men har bare delvis vært innrettet mot å hindre karbonlekkasje. Dette vil endre seg i neste periode (2013–2020). For det første vil kraftsektoren ikke lenger motta gratiskvoter (med enkelte unntak i østeuropeiske land). Øvrige sektorer er inndelt i to grupper ut fra hvor utsatte sektorene er for karbonlekkasje. Gruppen av sektorer som er ansett å være ekstra utsatt er imidlertid stor, og inkluderer blant annet olje- og gassproduksjon. Bedriftene vil motta kvoter basert på egen produksjon i 2007–8, men tildelingen gjøres betinget av at bedriften ikke legges ned (nye bedrifter får dessuten også tildelt kvoter). I litteraturen har man normalt undersøkt effektene av en enda mer målrettet form for gratiskvoter, der kvotetildelingen til hver bedrift (i utvalgte sektorer) er proporsjonal med bedriftens løpende produksjon (produksjonsbasert tildeling). Både Böhringer m.fl. (2010) og Fischer og Fox (2007) finner at karbonlekkasjen kan reduseres noe ved en slik tildeling. Førstnevnte studie finner for eksempel at lekkasjen fra EUs klimapolitikk kan reduseres fra 28 % til 24 %, mens lekkasjen reduseres fra 15 % til 13 % når EU og USA har felles klimapolitikk. Sistnevnte studie finner at lekkasjen fra unilateral klimapolitikk i USA synker fra 14 % til 12 % når produksjonsbasert tildeling implementeres. De relativt beskjedne reduksjonene skyldes delvis at gratistildelingen bare til en viss grad demper produksjonsøkningen for energiintensive varer i andre land, og delvis at karbonlekkasjen via energimarkedene ikke påvirkes i særlig grad.

Karbontoll, eventuelt supplert med refusjon av CO<sub>2</sub>-kostnader ved eksport, har så langt kun vært diskutert og ikke gjennomført. Karbontoll innebærer at varer som importeres til landet/landene som har innført klimapolitikk, må betale en toll som avhenger av CO<sub>2</sub>-utslippene forbundet med produksjon av denne varen, og av CO<sub>2</sub>-prisen i importlandet. Med CO<sub>2</sub>-utslipp kan det her for eksempel menes gjennomsnittlig utslippsintensitet i opprinnelseslandet for næringen det gjelder. Alternativt kan karbontollen baseres på enten utslippsintensiteten i importlandet eller «best available technology», Mattoo m.fl. (2009).

Indirekte utslipp knyttet til elektrisitetsproduksjon kan og tas med i regnestykket, slik at for eksempel karbontollen på aluminium også reflekterer at aluminiumsproduksjon krever omfattende forbruk av elektrisitet som normalt medfører utslipp av CO<sub>2</sub>.<sup>13</sup>

Böhringer m.fl. (2010) finner at karbontoll i enda større grad enn produksjonsbasert tildeling av kvoter fører til lavere karbonlekkasje (se også Böhringer m.fl., 2011, og Mattoo m.fl., 2009). I studien er det lagt til grunn at karbontollen kun beregnes ut fra direkte utslipp i landet der varen produseres. Refusjon av CO<sub>2</sub>-kostnader ved eksport kan redusere lekkasjen ytterligere, men er en mindre effektiv politikk når det gjelder å redusere karbonlekkasjer enn kun karbontoll. Karbontoll reduserer lekkasjen fra 28 % til 21 % i tilfellet med klimapolitikk i EU, og fra 15 % til 11,5 % i tilfellet med felles klimapolitikk i EU og USA (jf. resultatene over for produksjonsbasert tildeling). Hvis man også innfører eksportrefusjon, faller lekkasjen til henholdsvis 18,5 % og 10,5 %. I de sistnevnte scenarioene blir samlet eksport av energiintensive varer redusert i land som Kina, India og Russland (sammenlignet med scenarioet uten klimapolitikk), mens den øker i enkelte andre land uten klimapolitikk. Dette tyder på at karbontoll og eksportrefusjon kan eliminere det meste av karbonlekkasjen via markedene for energiintensive varer, slik at man i hovedsak står igjen med lekkasjen via de internasjonale markedene for fossile brensler (energimarkedseffekten). Dette er ikke tilfellet for produksjonsbasert tildeling av kvoter ifølge denne studien – her vil det fortsatt være økt eksport av energiintensive varer i landene uten klimapolitikk (sammenlignet med situasjonen uten klimapolitikk).

Karbontoll, eventuelt supplert med eksportrefusjon, er således et mer effektivt virkemiddel for å redusere karbonlekkasje enn produksjonsbasert tildeling av kvoter. Ifølge resultatene i Böhringer m.fl. (2010, 2011) er det også et mer kostnadseffektivt virkemiddel enn tildeling av kvoter, i den forstand at de samfunnsøkonomiske kostnadene for verden (og for landene som innfører klimapolitikk) av å nå en bestemt reduksjon av globale utslipp er lavere. Karbontoll har imidlertid en del utfordringer knyttet til WTO og regulering av handelshindringer, i tillegg til at atmosfæren i de internasjonale klimaforhandlingene kan lide hvis flere land ønsker å innføre karbontoll. På den

annen side kan det tenkes at trusselen om karbontoll kan føre til at flere land velger å bli med på en avtale.

Et alternativt forslag kan være å kombinere produksjonsbasert tildeling av kvoter med kjøpsavgifter på de varene som omfattes av produksjonsbasert tildeling, enten varene er produsert i hjemlandet eller importert. Et slikt system vil fungere omtrent likt som en kombinasjon av karbontoll og eksportrefusjon, men hvor karbontollen baseres på utslippintensiteter i importlandet i stedet for i eksportlandet (jf. forslaget til Mattoo m.fl., 2009, nevnt over). En viktig forskjell vil imidlertid være at man unngår å ta i bruk handelshindringer.

## 7. KONKLUDERENDE MERKNADER

Karbonlekkasje blir sett på som et av de viktigste problemene ved utforming av klimapolitikk i enkeltland eller grupper av land. Det er derfor forståelig at myndighetene i Norge og EU er opptatt av dette og forsøker å gjøre noe med det. Det kan likevel stilles spørsmål ved om problemet er så omfattende som det av og til hevdes, og om virkemidlene som velges er de mest effektive.

I denne artikkelen har vi pekt på de viktigste kanalene for karbonlekkasje, vurdert omfanget av lekkasjen, og diskutert ulike virkemidler for å begrense karbonlekkasje. Den største delen av karbonlekkasjen skjer sannsynligvis via energimarkedene, selv om usikkerheten som nevnt er stor. Denne lekkasjen er det uansett vanskelig å gjøre noe med, men ikke umulig. Selv om den samlede karbonlekkasjen via markedene for energiintensive varer sannsynligvis er mindre enn den som skjer via energimarkedene, vil lavere utslipp forårsaket av redusert aktivitet i energiintensiv industri føre til større karbonlekkasje enn en tilsvarende utslippsreduksjon i for eksempel transportsektoren. Energiintensiv industri er imidlertid svært sammensatt, og ikke alle bedrifter/sektorer er like utsatt for karbonlekkasje. Her diskuteres for tiden flere virkemidler som produksjonsbaserte kvoter, karbontoll og eksportrefusjon. Det er grunn til å tro at dagens virkemidler i Norge og EU, som vil inkludere en forholdsvis sjenerøs og ikke altfor målrettet form for produksjonsbasert kvotetildeling, ikke er de mest effektive.

<sup>13</sup> *Optimal utforming av toll på import av forurensningsintensive produkter når kun et land fører en politikk som tar hensyn til miljøeksternaliteten, er analysert i Markusen (1975). En mer generell analyse finnes i Hoel (1996).*



## REFERANSER

- Aune, F.R., R. Golombek og S.A.C. Kittelsen (2004). Does Increased Extraction of Natural Gas Reduce Carbon Emissions? *Environmental & Resource Economics* 29, 379–400.
- Babiker, M. H. (2005). Climate change policy, market structure, and carbon leakage, *Journal of International Economics* 65, 421–445.
- 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.
- 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.
- Bruvoll, A. og T. Fæhn (2006). Transboundary effects of environmental policy: Markets and emission leakages, *Ecological Economics* 59, 499–510.
- Burniaux, J.-M., J. Chateau, R. Dellink, R. Duval og S. Jamet (2009). The Economics of Climate Change Mitigation: How to Build the Necessary Global Action in a Cost-Effective Manner. *OECD Economics Department Working Paper* 201. OECD Publishing.
- Bye, B. og T. Fæhn (2009). Hva koster klimatiltak for Norge? *Økonomiske analyser* 5/2009, Statistisk sentralbyrå.
- Di Maria, C. og E. van der Werf (2008). Carbon leakage revisited: unilateral climate policy with directed technical change, *Environmental and Resource Economics* 39, 55–74.
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets curve: examining the linkages, *Ecological Economics* 48, 431–455.
- Fischer, C. og A.K. Fox (2007). Output-Based Allocation of Emissions Permits for Mitigating Tax and Trade Interactions. *Land Economics* 83, 575–99.
- Fischer, C. (2011). Trade's growing footprint, *Nature Climate Change* 1, June 2011.
- Fullerton, D., D. Karney og K. Baylis (2011). Negative leakage, *NBER Working Paper* 17 001.
- Fæhn, T. og A. Bruvoll (2009). Richer and Cleaner – at Others' Expense? *Resource and Energy Economics* 31, 103–122.
- Fæhn, T., K. Jacobsen og B. Strøm (2010). Samfunnsøkonomiske kostnader ved klimamål for 2020: En generell modelltilnærming, Rapporten 22/2010, Statistisk sentralbyrå.
- Golombek, R. og M. Hoel (2004). Unilateral emission reductions and cross-country technology spillovers, *Advances in Economic Analysis & Policy* 4(2), Berkley Electronic Press.
- Graichen, V., K. Scumacher, F. C. Matthes, L. Mohr, V. Duscha, J. Schleich og J. Diekmann (2008). Impacts of the EU Emissions: Trading Scheme on the industrial competitiveness in Germany, Environmental Research of the Federal Ministry of the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Research Report 3707 41 501.
- Hagem, C. (1994). Cost-Effective Climate Policy in a Small Country, *The Energy Journal* 15(4), 119–139.
- 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.
- Markusen, J.R. (1975). International Externalities and Optimal Tax Structures, *Journal of International Economics* 5, 15–29.

Mattoo, A., A. Subramanian, D. Van der Mensbrugge og J. He (2009). Reconciling Climate Change and Trade Policy. *Policy Research Working Paper* 5123 (November 1). Washington, D.C.: World Bank.

Neuhoff, K. (2011). *Climate Policy after Copenhagen. The Role of Carbon Pricing*, Cambridge University Press.

Paltsev S. (2001). The Kyoto Protocol: Regional and Sectoral Contributions to the Carbon Leakage, *The Energy Journal* 22(4), 53–79.

Peters, G.P., J.C. Minx, C.L. Weber og O. Edenhofer (2011). Growth in emission transfers via international trade from 1990 to 2008, *Proceedings National Academy of Sciences* 108 (21). doi:10.1073/pnas.1006388108 (2011).

Strøm, B. (2001). Velferdseffekter og samfunnsøkonomiske kostnader ved Norges oppfølging av Kyoto-protokollen, beregninger basert på en disaggregert, intertemporal, generell likevektsmodell, Hovedoppgave, Økonomisk institutt, Universitetet i Oslo.

**Høgskolen i Hedmark** har om lag 5.500 studenter og 450 ansatte fordelt på våre fire campus: Hamar, Elverum, Rena og Evenstad.

*Campus Rena*

## Stipendiatstilling i forvaltningsøkonomi ledig fra 01.08.2012

Fullstendig kunngjøringstekst, se [www.hihm.no/stillingledig](http://www.hihm.no/stillingledig) eller kontakt høgskolens sentralbord 62 43 00 00. **Søknadsfrist: 26.02.2012**



Høgskolen i **Hedmark**