

ANNEGRETE BRUVOLL
 Forskningsleder, Forskningsavdelingen, Statistisk sentralbyrå
 TARAN FÆHN
 Forsker 1, Forskningsavdelingen, Statistisk sentralbyrå



Økonomisk vekst – medisin mot dårlig miljø?*

Historien har vist at mange utslipp først øker i takt med økonomisk vekst, for så å gå ned. Betyr det at den økonomiske veksten vil løse miljøproblemene, bare vi blir rike nok? Og hva er de underliggende drivkreftene som bidrar til at miljøet blir bedre når økonomien vokser? Mange forurensningsproblemer har blitt betydelig redusert de siste tiårene, først og fremst som følge av bedre utnyttning av ressursene og rensing av utslipp. De mest optimistiske setter sin lit til at teknologiutviklingen vil bli den endelige løsningen på mange miljøproblemer, mens mer bekymrede innenfor miljøbevegelsen frykter at konsum- og produksjonsveksten vil kjøre økologien mot et sammenbrudd. I modellberegninger finner vi et sammensatt bilde i de kommende tiårene. I Norge vil vi kunne få både økonomisk vekst og fall i lokale og regionale forurensninger. Utslippene av klimagasser ser imidlertid ut til fortsatt å stige, men mindre enn den økonomiske veksten. I tillegg til teknologiforbedringer vil også produksjonsstrukturen bli mer miljøvennlig, først og fremst på grunn av en nedskalering av oljesektoren. Men vi kan komme til å importere mer av den skitne produksjonen til eget konsum og redusere forurensende eksportrettet produksjon, slik at endringer i norsk økonomi medfører økte utslipp i andre land.

1 INNLEDNING

Sammenhengen mellom økonomisk vekst og miljø har det siste tiåret utviklet seg til et eget forskningsfelt. En lang rekke empiriske studier påviser en omvendt U-sammenheng mellom økonomisk vekst og en del forurensninger. På samme måten som Simon Kuznets påviste en omvendt U-sammenheng mellom økonomisk vekst og økonomisk ulikhet, ser man at mange forurensningsproblemer først vokser, for deretter å bli mindre etter at økonomien har

passert et visst inntektsnivå (se feks. Dinda 2004 for en survey). Denne sammenhengen refereres derfor til som "the environmental Kuznets curve", EKC. Enkelte miljøproblemer når en topp allerede ved lave inntektsnivåer, for eksempel er lokale miljøproblemer som forurenset drikkevann og sanitære forhold noe av det første man løser. Mer regionale problemer, som utslipp av bly, SO₂ og CO, løses senere. For globale miljøproblemer, slik som utslipp av CO₂, er det enda svakere kopling mellom utslippsreduk-

* Takk til Bjart Holtsmark, Brita Bye, Mads Greaker og Kjetil Telle for konstruktive kommentarer.

sjoner og hvem som har nytte av miljøeffekten. Når renseskostnadene i tillegg er høye, er det typisk at slike utslipp fortsetter å stige også i de rikeste landene, om enn mindre enn den økonomiske veksten.

Alt i alt kan man altså si at utslippsveksten stort sett har vært lavere enn den økonomiske veksten, og i mange tilfeller har den gått i motsatt retning. I denne artikkelen vil vi se nærmere på hva som har vært årsakene til denne dekoplingen de siste tiårene her i Norge. Men vel så interessant er det å spekulere over hva vi kan forvente framover. Vil vi kunne få fortsatt dekopling, og hva vil være de viktigste drivkreftene? Og hva med globale miljøproblemer - vil dekoplingen til økonomisk vekst blir sterkere? Dette vil vi belyse ved hjelp av beregninger i en fremadskuende makromodell.

Effekten av økonomisk vekst i seg selv refererer vi til som *skalaeffekten*. Denne tilsier at en vekst i det totale produksjons- og forbruksnivået vil gi en tilsvarende økning i utslippene, alt annet likt. Vektleggingen av skalaeffekten ligger bak miljøbevegelsens bekymring for den økte belastningen på naturen gjennom stadig større produksjon og konsum. Samtidig ser man altså at utslippene generelt øker mindre enn skalaeffekten, eller til og med reduseres. Lufttilstanden i mange storbyer i vestlige land er ett av mange eksempler. De mest ivrige EKC-optimistene argumenterer derfor for at veksten i seg selv vil løse miljøproblemene – man trenger ikke å bekymre seg for framtidens miljøtilstand, siden de positive miljøvirkningene av fortsatt økonomisk vekst vil kunne veie tyngre enn skalaeffekten.

Det er flere hypoteser i litteraturen omkring EKC for hvilke drivkrefter som dekopler miljøutviklingen fra den økonomiske veksten (se feks. Grossman og Krueger 1995 og Dinda 2004). En hovedhypotese er at *sammensetningen av produksjon, konsum og innsatsfaktorer* blir renere. Etter en forurensende industrialisering følger et stadig større innslag av tjenesteyting, og næringer med stort innslag av kunnskapskapital vil typisk vokse mer enn næringer med forurensningsintensiv kapital. Videre vil endrede preferanser for et renere miljø og politiske tiltak også kunne bidra til å gjøre både sammensetningen av produksjonssektorer og innsatsfaktorer renere. Det skyldes at etterspørselen av tjenester og andre produkter som er rene å produsere øker med inntektsnivået. Økt bevissthet omkring grønne produkter vil også påvirke næringsstrukturen.

Økonomisk vekst vil også kunne endre nærings sammensetningen gjennom handel. En mulig forklaring bak EKC er at mindre utslipp fra produksjon i rike land kommer gjennom *forurensningslekkasjer*. Dette kan skje ved økt import av forurensende produksjon. Videre vil kutt i forurensende eksportrettet produksjon her hjemme medføre at forurensende produksjon i andre land øker, i den grad det internasjonale markedet erstatter vårt produksjonsbortfall. I så fall er motsatsen til våre miljøforbedringer økte forurensninger ute.

En tredje hypotese i EKC-litteraturen går på at *teknologisk framgang* øker effektiviteten i faktorbruken og mulighetene for rensing av forurensende utslipp. Den teknologiske endringstakten avhenger av inntekten, blant annet ved at økt utdanningsnivå øker innovasjonstakten, de produktivetsforbedrende læringseffektene og internasjonaliseringen.

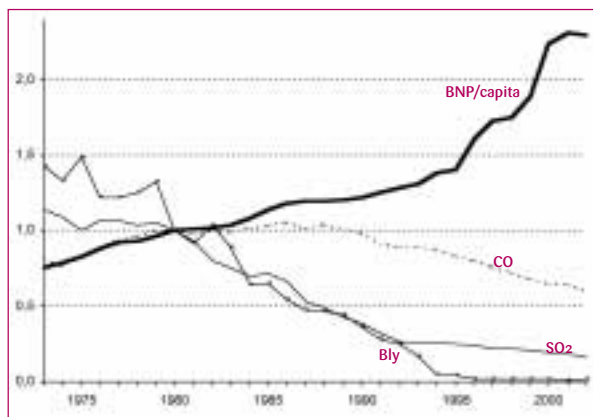
En fjerde hypotese er at inntektsvekst medfører økt etterspørsel etter miljøgoder og krav om høyere miljøstandard, og dermed aksept for *politiske miljøtiltak*. Miljøpolitikken vil tyte ut i alle effektene som er nevnt ovenfor, både i skalaendringer, vridninger mot renere produksjon, konsum og faktorbruk, teknologisk framgang og forurensningslekkasjer til utlandet.

2 DE SISTE TIÅRENE

I hvilken grad kan så historien bekrefte EKC-kurven og de nevnte hypotesene i Norges tilfelle? Vi skal først se på endringen i noen utvalgte norske utslipp i perioden fra 1973 til 2002, se figurene 1 og 2. Disse illustrerer at utslipp med lokale miljøeffekter faller med inntekten, mens utslipp som har globale effekter eller er relativt dyre å gjøre noe med fortsatt øker. CO₂-utslippene har fulgt den klassiske EKC-formen de siste tretti årene. For SO₂ og bly dekker figuren bare den fallende delen av EKC-kurven. Både bly- og SO₂-utslippene var på topp rundt 1970, og blyutslippene er nå nesten utfaset. For CO₂ har det imidlertid vært en entydig stigende sammenheng mellom økonomisk vekst og utslipp.

For miljøproblem som vandrer over landegrensene er nyttevirkningen ofte liten i forhold til kostnaden ved å redusere egne utslipp. Derfor er det nødvendig med internasjonalt forpliktende avtaler mellom flere nasjoner for å bremse utslippene, som Kyoto-protokollen for klimagasser og Gøteborg-protokollen for sur nedbør. Både SO₂ og

Figur 1 BNP per capita og norske utslipp til luft av bly, SO₂ og CO i perioden 1973-2002. 1980=1,00



Kilde: Statistisk sentralbyrå

NO_x har lokale skadevirkninger, samtidig som utslippene påvirker naturen utenfor landegrensene. I motsetning til SO₂ og i likhet med CO₂ er tiltak mot NO_x dyre å gjennomføre. Ulike rensekostnader kan være en forklaring bak den ulike utviklingen i SO₂ og NO_x.

For å relatere hypotesene nevnt ovenfor til den historiske utviklingen i utslippene, skal vi gjengi resultater fra en analyse som dekomponerer endringene i norske utslipp i perioden 1980 til 1996 (Bruvoll og Medin 2003). Dekomponeringen av utslippstype k , U^k , er foretatt etter følgende prinsipp:

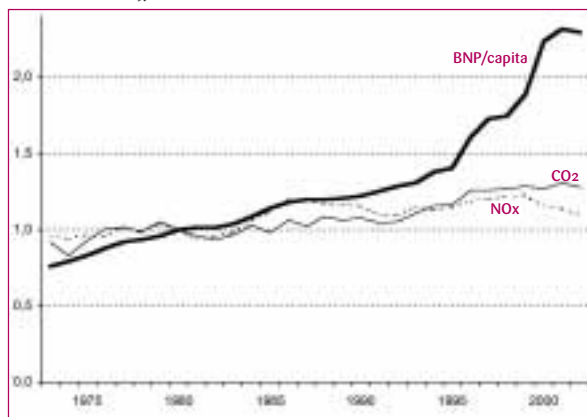
$$(1) U^k \equiv \sum_j \sum_i \frac{U_{ij}^k}{I_{ij}} \frac{I_j}{I_j} \frac{Y_j}{Y_j} \frac{Y}{B} B$$

der leddene lest fra høyre mot venstre tilsvarer befolkning og BNP per capita (hhv. B og Y/B), som til sammen utgjør skalaeffekten, sektorsammensetningen (Y_j/Y), energiintensiteten (I_j/Y_j), energisammensetningen (I_{ij}/I_j) og andre teknologieffekter (U_{ij}/I_{ij}).¹ Y er produksjon, I faktorinnsats, j sektor, totalt 8 (7 produksjonssektorer og 1 konsumsektor) og i er energivarer, totalt 18. Disse effektene belyser hypotesene vi diskuterte i innledningen. Hovedresultatene er gjengitt i tabell 1.

Vi ser at skalaeffekten, det vil si vekst i BNP per hode og økt befolkning, totalt bidro til en utslippsvekst på 59 prosent. Men andre effekter trakk i motsatt retning, slik at den faktiske utslippsveksten altså ble langt lavere.

¹ Merk at vi har dekomponert endringen i utslipp over tid ($U_{1996}^k - U_{1980}^k$). Vi har gjengitt (1) for å illustrere tankegangen, mens detaljerte uttrykk for selve dekomponeringen av endringene er beskrevet i Bruvoll og Medin (2003).

Figur 2 BNP per capita og norske utslipp til luft av CO₂ og NO_x i perioden 1973-2002. 1980=1,00.



Kilde: Statistisk sentralbyrå

Sammensetningseffekter

I motsetning til hypotesene om at sammensetningsendringer virker positivt på miljøet over tid, var ikke bildet entydig for situasjonen i Norge på 1980- og 90-tallet. Opphør av forurensende kullutvinning og metallproduksjon bidro til å redusere utslippene gjennom sektorsammensetningseffekten. En relativt svak konsumvekst bidro også til å trekke ned utslippene fra privat transport, spesielt av CO og bly.

Sektorendringer bidro også til vekst i en rekke andre utslipp, spesielt for de to viktigste klimagassene CO₂ og metan. Men før man på grunnlag av dette trekker i tvil hypotesen om at økte inntekter gir renere sektorsammensetning, må vi huske på at norsk økonomi har gjennomgått helt spesielle strukturelle endringer de siste tiårene. Økt oljeproduksjon bidro til en vekst i energisektorene på over 200 prosent over årene 1980 - 1996. Dette bidro sterkt til å dempe de ellers positive sektorvridningene, og var hovedgrunnen til at mange utslipp økte.

Sammensetningen av energivarer bidro mer entydig til lavere utslipp. De viktigste endringene her var en sterk økning i norsk bruk av gass og elektrisitet, mens oljeforbrukets andel av totalforbruket ble redusert. Endringer i energisammensetningen var spesielt viktig for SO₂. Dette skyldes redusert bruk av tungolje. Som nevnt innledningsvis vil effekter av politikk trolig påvirke alle de effektene vi ser på her. Det er ikke mulig å isolere politikkeffektene gjennom dekomponeringen, men det er grunn til å tro at

Tabell 1 Dekomponering av prosentvis endring i utslipp, 1980-1996.

	CO ₂	Metan (CH ₄)	Lystgass (N ₂ O)	SO ₂	NO _x	CO	VOC	Ammoniakk (NH ₃)	Bly (Pb)
(i) Skalaeffekter	59	59	59	59	59	59	59	59	59
- befolkning	7	7	7	7	7	7	7	7	7
- BNP per hode	52	52	52	52	52	52	52	52	52
(ii) Sammensetningseffekter	-9	9	-4	-38	-1	-18	2	-6	8
- sektorsammensetning	8	8	-5	-9	2	-13	3	-6	-12
- energisammensetning	-17	1	1	-29	-3	-5	-1	0	19
(iii) Teknologieffekter	-24	-39	-38	-97	-41	-61	44	-36	-166
- energiintensitet	-22	-1	-1	-13	-21	-16	-9	0	-42
- andre teknologieffekter	-2	-38	-37	-84	-20	-45	53	-36	-123
Totalt	26	29	18	-76	17	-20	105	17	-99

Kilde: Bruvoll og Medin (2003).

reduksjonen i bruk av tungolje henger sammen med svovelavgiften. Tilsvarende bidro trolig også CO₂-avgiften til redusert bruk av tungolje og lavere utslipp av CO₂. Tidligere dekomponeringer tyder på at CO₂-avgiften har hatt noe effekt på sammensetningen av energivarer, men liten effekt på sektorsammensetningen på grunn av fritak i viktige forurensende næringer (Bruvoll og Larsen 2004).

Teknologieffekter

Redusert energiintensitet og andre teknologieffekter var de viktigste motvirkende drivkreftene til økonomisk vekst. Energibruk er den største utslippskilden, og den gjennomsnittlige energiintensiteten i norske produksjonssektorer gikk ned med 17 prosent fra 1980 til 1996. Siden de mest forurensningsintensive næringene gjennomgikk relativt store effektivitetsforbedringer med hensyn til energibruk, var reduksjonene i utslippene enda større.

Effektene av politiske tiltak har gjerne slått sterkest inn i sekkeposten *andre teknologieffekter*. Her inngår utvikling av erstatningsstoffer for bly i bensin (jamfør blyavgiften), overgang til mindre svovelholdig olje (jamfør svovelavgiften) og rensing av utslipp. For NO_x og CO bidro bilkatalysatoren til reduserte utslipp. Utslippene av VOC økte på grunn av økt fordamping fra oljelasting.

Lekkasjer

Som nevnt innledningsvis kan renere miljø komme av at vi skyver en større del av byrden over på andre land. Det er i så fall en viktig innvending mot EKC-optimistene om

vi i stedet for å produsere her hjemme importerer mer og eksporterer mindre av forurensningsintensive produkter. Det framgår ikke av dekomponeringen hvor store endringer i sektorsammensetningen som skyldes produksjons- og konsumendringer relatert til eksport og import. For å belyse denne hypotesen, har vi gjort en tilleggsberegning av endringer i forurensningene i andre land knyttet til endringer i norsk handel.

Med *lekkasjer* mener vi økte utslipp i andre land som følge av økt norsk import (*importrelaterte lekkasjer*) pluss reduksjon i «sparte» utslipp i andre land som følge av mindre eksport (*eksportrelaterte lekkasjer*). Vi har beregnet utslippene i andre land ved hjelp av sektor- og landspesifikke utslippskoeffisienter, samlet inn av Straumann (2003). Disse koeffisientene er beregnet for 1995. Utslippskoeffisientene er justert over tid ved å anta en årlig reduksjon, det vil si en årlig produktivitetsvekst, på 1 prosent. Utslippene i andre land knyttet til produksjon av importvarer til Norge er beregnet som produktet av importen av den aktuelle varen og utslippskoeffisienter som er vektet med andelen import fra våre ulike handelspartnere. Vi har gjort tilsvarende for eksporten; da forutsetter vi implisitt at dersom vi ikke produserte og eksporterte den forurensede produksjonen, ville produksjonen foregått i eksportlandet og medført forurensninger der. Bruvoll og Fæhn (2004) beskriver beregningsmetoden nærmere.

Tabell 2 oppsummerer de beregnede utslippene i andre land i 1980 og 1996. For omtrent halvparten av utslippe-

Tabell 2 *Utslipp knyttet til handel, 1000 tonn og CO₂-ekvivalenter*

	1980				1996	
	Innenlands	Import-tilknyttet	Eksport-tilknyttet	Netto, handel-tilknyttet	Netto handel-tilknyttet i prosent av innenlandske utslipp	Netto handel-tilknyttet i prosent av innenlandske utslipp
CO ₂	31700	5050	6563	-1513	-4,8	-19,1
Metan*	5435	616	496	120	2,2	-17,1
Lystgass*	4495	639	328	312	6,9	7,1
SO ₂	136	16	23	-7	-4,9	-118,7
NO _x	191	12	16	-4	-2,1	-13,9
CO	878	49	68	-19	-2,2	-6,9
VOC	173	19	19	0	0,0	-9,5
Ammoniakk	20	5	1	4	19,3	24,3

* CO₂-ekvivalenter

ne sparte vi i 1980 utlandet for mer gjennom vår eksportrettede produksjon her hjemme enn hva som ble sluppet ut i utlandet som følge av importen. Men fram til 1996 påtok vi oss i økende grad større forurensninger gjennom handel med andre land. For CO₂ for eksempel, sparte vi utlandet for 1,5 mill tonn CO₂ i 1980, tilsvarende 4,8 prosent av våre innenlandske utslipp. I 1996 var denne andelen økt til 19 prosent. Dette stemmer dårlig overens med innvendingen mot EKC om at vi skyver mer over på utlandet. Norske utslipp har vokst mindre enn BNP, og til dels gått ned, men vi kan ikke se at det skyldes lekkasjer til andre land. Tvert imot har den sterke økningen i den eksportrettede produksjon av oljeprodukter økt de eksporttilknyttede utslippene her hjemme.

Oppsummering av historien

Selv om de aller fleste utslippene har vokst de siste tiårene, har altså veksten gjennomgående vært langt lavere enn den økonomiske veksten. Dette støtter hypotesene rundt EKC-sammenhengen. Spesielt finner vi støtte for hypotesene om teknologisk framgang og endringer i energisammensetningen som drivkrefter. Vi finner ikke samme generelle støtte for at produksjonsstrukturen er blitt mer miljøvennlig, eller for at miljøforbedringer kan skyldes forurensningslekkasjer til andre land. Men vi må være forsiktige med å trekke hypotesene i tvil på dette empiriske grunnlaget. Snarere er det slik at de positive virkningene av sektorendringene ble overskygget av den spesielle rollen oljesektoren fikk i norsk økonomi i perioden. I forklaringen bak EKC antas det at relativt fattige land spesialisere

seg på ressursintensiv produksjon. Norges oljeressurser er imidlertid spesielle ved at utnyttelsen krevde store teknologiske utfordringer, høy risiko og omfattende infrastruktur. Dette var først mulig på et relativt høyt inntektsnivå. Sammensetnings- og lekkasjeeffektene kan derfor være mer tvetydige enn i andre land.

Figurene 1 og 2 går litt lenger fram i tid enn dekomponeringsanalysen av Bruvoll og Medin. Vi ser at alle utslippene, også CO₂, har gått noe ned etter analyseperioden som varte fram til 1996. Men hva kan vi vente oss – vil vi se en omvendt U for alle utslippene i tiårene framover, eller vil teknologieffektene uttømmes, skalaeffekten dominere, og utslippene heller følge en N-kurve?

3 HVA VIL DRIVE DEKOPLINGEN FRAMOVER?

For å kunne si noe om dette, har vi gjort framskrivninger til 2030 ved hjelp av SSBs makroøkonomiske likevektsmodell MSG. Den disaggregerte strukturen i modellen muliggjør en detaljert dekomponering av utslippene. Produksjonen er disaggregert på 40 industrisektorer og energibruken på tre energivarer, se Fæhn og Holmøy (2000) for en detaljert modellbeskrivelse. Dekomponeringen av framskrivningene skiller seg noe fra (1) ved at vi studerer utslippene knyttet til konsum for seg. Konsumet er disaggregert på 60 konsumvarer, og vi dekomponerer utslippene knyttet til disse i skalaeffekter, konsumsammensetningseffekter og andre teknologieffekter.² For detaljer i analysen, se Bruvoll, Fæhn og Strøm (2003) og Bruvoll og Fæhn (2004).

Som nevnt i innledningen, vil vi kunne forvente tilstramminger i miljøpolitikken også framover. Ifølge politikkhypotesen vil miljøpolitiske tilstramminger komme både fordi preferansene endrer seg, og om miljøproblemene øker. Mens politikkeffektene var vevd inn i alle komponentene i analysen av det historiske materialet, vil vi holde disse utenfor i framskrivningene. I stedet rendyrker vi hva som vil bli effektene *under en videreføring av dagens politikk*. Det gir et worst-case scenario for de nasjonale utslippsendringene framover, og disse framskrivningene kan da brukes som et grunnlag for vurderinger av nødvendige politiske tiltak. I Bruvold og Fæhn (2005) tar vi politikkhypotesen inn i analysen, da vi studerer ulike alternative scenarier for framtidig miljøpolitikk.

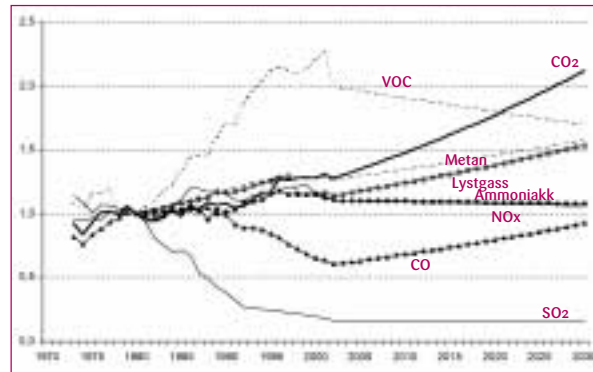
Strammere miljøpolitikk vil også i framtiden ha stor innvirkning på teknologivalgene. Men selv ved en videreføring av dagens politikk ligger det inne en god del teknologiutvikling i vår modell. For det første har vi antatt en generell effektivitetsutvikling på én prosent årlig, både for forurensende materialer som energi, og alle andre innsatsfaktorer. Videre er det inkludert en del endringer i renseteknologi, blant annet som følge av avtaler om utslippsreduksjoner i industrien og gradvis utskifning av bilparken.

Figur 3 viser både de historiske utslippene og framskrivninger til 2030. Vi ser at en del av utslippene, som forsurende utslipp (SO_2 , NO_x og ammoniakk) og VOC, fortsetter å synke også i framskrivningene, mens utslippene av klimagasser øker. For CO, som velvillig fulgte den omvendte U-kurven i det historiske materialet, vil skalaeffekten ta overhånd, og utslippene over tid vil ta form av en N-kurve.

Også framover vil *skalaeffekten* være hoveddrivkraften bak økte forurensninger. Vi kvantifiserer nå endringene i form av prosentvis *årlig* vekst. Den aggregerte produksjonsveksten, målt ved BNP, er anslått til 1,8 prosent årlig som et gjennomsnitt fram til 2030, se tabell 3. Den totale konsumveksten bidrar isolert sett til en vekst i utslippene knyttet til konsum på 4,1 prosent årlig. Det skyldes til dels økt befolkning, men hovedsakelig høyere konsum per person. Dette gjenspeiler de store konsummulighetene som ligger i dagens oppbygging av et etter hvert anselig oljefond.

Av tabell 3 ser vi at den årlige veksten i alle utslipp bortsett fra CO_2 er langt lavere enn veksten i BNP. Årsakene til

Figur 3 Observerte utslipp fram til 2002 og framskrivninger fram til 2030. 1980=1,00.



denne dekoplingen er mer sammensatt enn i det historiske materialet gjengitt i tabell 1.

Sammensetningseffekter

Strukturelle endringer i norsk økonomi ser ut til å virke sterkere i retning av å redusere utslippene i framtiden enn hva som var tilfellet i de historiske tallene. Den viktigste endringen er at oljesektorens betydning i produksjonen blir mindre de neste 30 årene. Olje- og gassproduksjonens andel av BNP faller fra 14 prosent i 2000 til 4 prosent i 2030. Dette er spesielt viktig for de fossilt relaterte utslippene VOC, CO_2 og NO_x .

Videre vil lavere vekst i arbeidsstokken bidra til å presse norske lønninger opp, og konkurranseevnen vil falle i relativt arbeidskraftsintensive næringer, som produksjon av kjemiske og mineralske produkter, verkstedprodukter og treforedling. Dette bidrar isolert sett til lavere utslipp av blant annet CO_2 . En relativt lav vekst i jordbrukssektoren vil bidra til lavere vekst i ammoniakk og klimagassene metan og lystgass. De skjermede servicenæringene øker også relativt til andre næringer, og siden disse typisk forurenser lite, dempes utslippsveksten.

Noen komposisjonseffekter trekker utslippene opp. Ekspansjonen i typisk kapitalintensive næringer som også benytter mye fossile brensel, det vil si oljeraffinerer, metallproduksjon og produksjon av kjemiske råvarer, øker utslippene av CO_2 , VOC og lystgass. Økt transport bidrar også til økte utslipp. Modellberegningen anslår at den gjennomsnittlige endringen i elektrisitet versus fossilt

² $U_C^k \equiv \sum_l \frac{U_C^k}{C_l} \frac{C_l}{C} \frac{C}{B}$, der C er konsum av vare l.

Tabell 3 Dekomponering av gjennomsnittlig årlig vekst i utslipp, 2000-2030.

Utslipp	CO ₂	Andre klima- gasser*	SO ₂	NO _x	CO	VOC	Ammoniakk (NH ₃)
Bedrifter:							
(i) Skalaeffekter	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
- befolkning	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
- BNP per hode	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
(ii) Sammensetningseffekter	-0,9	-0,6	-0,1	-1,0	-0,2	-2,9	-1,3
- sektorsammensetning	-0,9	-0,6	-0,1	-1,0	-0,1	-2,9	-1,3
- energisammensetning	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0
(iii) Teknologieffekter	0,4	-0,6	-1,8	-1,2	-2,1	-0,6	-1,8
- energiintensitet	-0,5	0,0	-0,2	-0,8	-0,5	-0,1	0,0
- materialinnsatsintensitet	-0,7	-0,6	-1,6	-0,3	-1,2	-0,5	-1,9
- andre teknologieffekter	1,6	0,0	0,0	0,0	-0,8	0,1	0,1
Totalt, bedrifter	1,3	0,6	-0,1	-0,4	-0,5	-1,7	-1,3
Husholdninger:							
(i) Skalaeffekter	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1
- befolkning	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
- konsum per hode	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
(ii) Sammensetningseffekter	0,2	-0,5	-1,2	0,5	-0,1	0,2	0,7
(iii) Teknologieffekter	0,0	0,9	0,0	-2,6	-1,7	-1,5	1,9
Totalt, husholdninger	4,4	4,6	3,0	2,0	2,3	2,8	6,7
Totalt, hele økonomien	1,8	1,4	0,1	-0,1	1,5	-0,6	-0,1

*: Metan, lystgass, HFC, PFC, SF₆.

baserte energivarer over tid og sektorer blir om lag uendret. Effekten av endringer i *energisammensetningen* er derfor neglisjerbar.

Siden den totale konsumveksten er så sterk, er det et interessant spørsmål om *konsumsammensetningen* vil bli mer miljøvennlig. Konsumsammensetningen øker noen utslipp, og reduserer andre. Privatbilismen er den stygge ulven med hensyn til CO₂, NO_x, ammoniakk og VOC. Bilimporten - og dermed bruken av bil - stimuleres både av inntektsveksten, og av at importerte biler faller i pris i forhold til hjemmeproduerte varer som følge av den sterke norske lønnsveksten. Dette skjer på bekostning av offentlig transport. Men konsumsammensetninger bidrar til lavere utslipp av SO₂, CO og PM. Energiforbruket til oppvarming o.l. vokser ikke like sterkt som annet forbruk, siden energi til oppvarmingsformål er relativt lite inntektselastisk. Andre klimagasser domineres av metan fra

avfallsfyllinger. Disse reduseres som følge av lite inntektselastisk etterspørsel etter blant annet matvarer – det er altså grenser for hvor mye vi kan spise selv om vi samlet sett konsumerer mye mer.

Teknologieffekter

Innsatsfaktorenes produktivitet har mye å si for den framtidige miljøutviklingen og påvirkes først og fremst av en antatt generell effektivitetsutvikling på én prosent årlig. Denne teknologiske framgangen vil være en av de viktigste utslippsreducerende drivkreftene. Den gjennomsnittlige bruken av materialinnsats per produsert enhet reduseres med 1,4 prosent som et årlig gjennomsnitt. Effekten av dette er spesielt stor for ammoniakk, SO₂, CO og CO₂, og skyldes effektivitetsforbedringer i produksjonen av metaller, kjemiske råvarer, bygg, anlegg og jordbruk. Energiintensiteten går også ned, med i gjennomsnitt 1,1 prosent årlig, og bidrar til reduksjoner i nesten alle utslippene.

Tabell 4 Utslipp knyttet til handel, 1000 tonn og CO₂-ekvivalenter

	2000					2030
	Innenlands	Import-tilknyttet	Eksport-tilknyttet	Netto, handel-tilknyttet	Netto handel-tilknyttet i prosent av innenlandske utslipp	Netto handel-tilknyttet i prosent av innenlandske utslipp
CO ₂	41338	8959	17353	-8395	-20,3	1,6
Metan*	7678	614	1623	-1009	-13,1	9,5
Lystgass*	6203	1000	768	232	3,7	13,9
SO ₂	34	29	68	-39	-115,7	15,4
NO _x	201	21	55	-34	-16,7	0,9
CO	547	101	162	-61	-11,1	-4,2
VOC	378	28	60	-32	-8,5	7,8
Ammoniakk	26	7	2	5	19,7	45,0

* CO₂-ekvivalenter

Endringer i renseteknologi som følge av frivillige avtaler om utslippsreduksjoner i industrien betyr også mye for utslippene framover. En renere bilpark med nye katalysatorer vil redusere de fleste utslippene fra forbrenningsmotorer, og mindre forurensende biler er viktige både for næringslivet og husholdningene. Disse effektene reflekteres i *andre teknologieffekter* i tabell 3.

I framskrivningene er det lagt til grunn at utviklingen på det nordiske markedet åpner opp for en betydelig *utbygging av gasskraft*. Når vi nå har sett på en videreføring av dagens klimapolitikk, har vi også antatt at gasskraftverk med CO₂-håndtering ikke vil bli benyttet. Utvidelse av gasskraftkapasiteten blir da lønnsomt fra 2007, og produksjonen vil øke jevnt inntil 30 prosent av kraftproduksjonen i 2030. Denne gradvis sterkere satsingen på gasskraft fremfor vannkraft i elektrisitetsproduksjonen slår ut i økte utslipp gjennom *andre teknologieffekter*, særlig for CO₂-utslipp.

Lekkasjer

Til slutt vil vi belyse hvorvidt forurensningslekkasjer til andre land vil kunne bidra til å redusere de norske innenlandske utslippene i årene framover. Starttidspunktet i modellberegningen er noen år senere enn sluttidspunktet for den historiske analysen i tabell 3, men vi ser at bildet er svært likt: nettoutslippene knyttet til handel rundt årtusenskiftet er negative for de fleste utslipp. Vi sparer altså utlandet for mer utslipp gjennom vår eksport enn vi belaster utlandet gjennom vår import. Hovedårsaken er oljesektorens betydning for norsk og internasjonal økonomi og vår høye produksjon og eksport av metaller og oljeprodukter.

Bildet snur seg imidlertid fram mot 2030. Da er det slik at importen medfører større forurensninger i utlandet enn det vi sparer dem for gjennom vår eksportrettede produksjon. Grunnen er både at vi importerer mer produkter fra forurensende prosesser, men også at vår nærings sammensetning blir renere - jamfør sammensetningseffekten - og den forurensningstunge eksportproduksjonen reduseres. Da tar våre handelspartnere over større deler forurensende virksomhet.

Vi kan altså si at våre framtidige miljøforbedringer delvis motsvares av lekkasjer til andre land. Men det er viktig å merke seg at disse utslippslekkasjene i all hovedsak vil gå til våre naboer. Det er naturlig, siden vi først og fremst samhandler med vesteuropeiske land og USA. Siden utslippslekkasjene er til andre rike land, kan ikke våre tall tas som inntekt for etiske betenkeligheter knyttet til antagelsen om at forurensningslekkasjer skjer til fattige land med svake miljøreguleringer. Og siden hoveddrivkraften bak lekkasjene også i årene framover ligger i tappingen av olje- og gassreservene, kan dette heller ikke tas som en generell støtte til hypotesen om at forurensningslekkasjer følger økonomisk vekst. Det skyldes snarere en spesiell norsk næringsutvikling i denne perioden.

4 AVSLUTTENDE MERKANDER

Hva kan vi så ut fra dette si om miljøvirkningene av økonomisk vekst? Historien viser at det har vært en dekopling mellom vekst og miljø i Norge de siste tiårene. Selv for CO₂, som ikke kan renses, har veksten vært mindre enn

BNP-veksten. Modellframskrivninger tilsier at flere lokale forurensningsproblemer vil fortsette å gå ned eller flate ut selv med uendret politikk. Dette skyldes blant annet mer effektiv ressursutnyttelse og renere produksjonsstruktur. Utslippene av klimagasser vil derimot øke relativt sterkt uten tilstramminger i miljøpolitikken utover de reguleringene vi har i dag.

Sånn sett kan vi gi både EKC-entusiastene og miljøskeptikerene rett. Den teknologiske framgangen har vært sterk nok til å overstyre den økonomiske veksten for mange lokale og regionale miljøproblemer, men det ser ut som det vil trenge mer krutt for å takle klimaproblemet. Desto mer kostbart det er å gjøre noe med miljølempene i forhold til det man får igjen, desto lenger får de lov til å vokse.

Selv om utslippene av CO₂ stiger, betyr ikke det at EKC ikke gjelder for klimaproblemet; vi kan fortsatt være på en stigende kurve som før eller senere vil snu, bare vi blir rike nok. Men et mulig vendepunkt kan være en mager trøst. Noen økonometriske studier antyder at CO₂-toppen kan ligge nær ved dagens inntektsnivå (Lucas 1996), mens andre anslag gir mer pessimistiske perspektiver (rundt 8 millioner kroner per innbygger, Holz-Eakin og Selden 1995). CO₂-utslipp skiller seg prinsipielt fra utslipp med umiddelbar virkning ved at skadevirkningene aggregeres over tid, og noen argumenterer for at CO₂-utslippene derfor vil stige monotont (Lieb 2004). For klimaproblemet er det altså nødvendig med politiske tiltak, om noe skal skje i rimelig tid. I følge politikkhypotesen kan vi forvente strammere politikk ved at miljøet vil prioriteres høyere når inntektene stiger. De norske ambisjonene i klimapolitikken gir også håp om ytterligere klimapolitiske tiltak i årene framover. Og når vi ser at stadig større del av forurensningsbyrden overføres til andre land, må vi også kunne forvente en internasjonal politisk koordinering. I nummer 2 av årets Økonomiske analyser (Bruvoll og Fæhn, 2005) utforsker vi noen scenarier for politikktutviklingen nærmere, både tilfellet med en EKC-begrunnet klimapolitikk som endogent følger økonomisk vekst, og tilfellet med flernasjonale tiltak.

Oljesektorens økende betydning fram til årtusenskiftet og deretter reduksjoner fram mot 2030 er en viktig drivkraft i det norske forurensningsbildet. Våre beregninger antyder at en del av vridningen bort fra forurensende produksjon i økende grad vil tyte ut i økte forurensninger i andre land. Dette er betenkelig både for andre lands lokale miljøpro-

blemer og for klimagassutslipp, som undergraver også vårt eget miljø i tillegg til andres, siden det ikke spiller noen rolle for miljøeffektene hvor utslippene finner sted. I Økonomiske analyser nr. 2 går vi nærmere inn på miljøpolitikkenes konsekvenser for globale utslipp og utslippsfordelingen mellom land.

Vi kan oppsummere med at økonomisk vekst ikke er tilstrekkelig medisin mot dårlig miljø. Samtidig er det heller ikke entydig slik at økonomisk vekst forverrer miljøtilstanden. Stimulanser av den økonomisk veksten er altså et svært lite treffsikkert virkemiddel. Politikken bør rettes direkte mot de målene man ønsker å oppnå. Direkte rettede miljøtiltak har vært viktige for de miljøproblemene der vi virkelig har sett en positiv utvikling, og dette vil gjelde også framover.

REFERANSER:

Bruvoll, A. og T. Fæhn (2004): «Transboundary environmental policy effects: Markets and emission leakages», Discussion Paper no. 384, Statistics Norway.

Bruvoll, A. og T. Fæhn (2005): «Rett i hodet på naboen? Globale miljøvirkninger av norsk vekst og miljøpolitikk», *Økonomiske analyser* 2, Statistisk sentralbyrå.

Bruvoll, A., T. Fæhn og B. Strøm (2003): «Quantifying central hypotheses on environmental Kuznets curves for a rich economy: A computable general equilibrium study», *The Scottish Journal of Political Economy* 50 (2), 149-173.

Bruvoll, A. og B. M. Larsen (2004): «Greenhouse gas emissions in Norway. Do carbon taxes work?» *Energy Policy* 32 (4), 493-505.

Bruvoll, A. og H. Medin (2003): «Factors behind the environmental Kuznets curve, Evidence from Norway», *Environmental and Resource Economics* 24 (1), 27-48.

Dinda, S. (2004): «Environmental Kuznets curve hypothesis: A survey», *Ecological Economics* 49, 431-455.

Fæhn, T. og E. Holmøy (2000): «Welfare Effects of Trade Liberalization in Distorted Economies: A Dynamic General Equilibrium Assessment for Norway». In Harrison, G. W., S. E. Hougaard Jensen, L. Haagen Pedersen and T. R. Rutherford (eds): *Using Dynamic General Equilibrium Models for Policy Analyses*, North-Holland, 171-202.

Grossman, G. M. og A. B. Krueger (1995): «Economic growth and the environment», *Quarterly Journal of Economics* 110, 353-77.

Holz-Eakin, D. og T. M. Selden (1995): «Stoking the fires? CO2 emissions and economic growth», *Journal of Public Economics* 57, 85-101.

Lieb, C. M. (2004): «The Environmental Kuznets curve and flow versus stock pollution: The neglect of future damages», *Environmental and Resource Economics* 29, 483-506.

Lucas, R. E. B. (1996): «International Environmental Indicators: Trade, Income, and Endowments», in Bredahl, M. E. et al.(eds.), *Agriculture, Trade, and the Environment: Discovering and Measuring the Critical Linkages*. Boulder and London: HarperCollins, Westview Press, 243-77.

Straumann, R. (2003): «Exporting pollution? Calculating the embodied emissions in trade for Norway», *Rapporter 17*, Statistisk sentralbyrå.