

Rapport
1/2005

Pliktige elsertifikater

Rolf Golombek
Michael Hoel



Stiftelsen Frichsenteret for samfunnsøkonomisk forskning
Ragnar Frisch Centre for Economic Research

Pliktige elsertifikater

Rolf Golombek
Michael Hoel

Sammenheng: Vi drøfter ulike virkemidlers effektivitet for å realisere mål i energi- og miljøpolitikken. Spesielt drøfter vi virkemiddelet pliktige elsertifikater, som innebærer at noen produsenter har rett til å selge sertifikater, mens andre er pliktige til å kjøpe sertifikater. Vi argumenterer for at ingen av målene i) effektiv produksjon og forbruk av kraft, ii) lavere utslipp av CO₂, iii) begrensede naturinngrep ved kraftutbygging, og iv) høy forsyningsikkerhet for kraft kan realiseres kostnadseffektivt ved bruk av pliktige elsertifikater. Derimot kan et "kvasimål" om omfanget av fornybar kraft realiseres kostnadseffektivt med pliktige elsertifikater, men det er vanskelig å begrunne hvorfor myndighetene skal ha et slikt mål. Dersom myndighetene likevel har et slikt mål, er det fornuftig med en eller annen form for tilskuddsordning til fornybar kraftproduksjon. Pliktige elsertifikater innebærer at støtten til fornybar kraft fullt ut finansieres gjennom en avgift på samlet bruk av kraft. En slik finansiering er ikke i samsvar med samfunnsøkonomiske prinsipper for hvordan støtteordningen bør finansieres: I et samfunnsøkonomisk perspektiv bør støtteordningen for fornybar kraft betraktes på lik linje med alle andre offentlige utgifter.

Nøkkelord: Pliktige elsertifikater, effektivitet, mål-middel, usikkerhet, kvoter, elavgift

Kontakt: rolf.golombek@frisch.uio.no, www.frisch.uio.no, tlf 22 95 88 12

Rapport fra prosjektet "Elsertifikater" (internt prosjektnummer 3352), finansiert av Finansdepartementet

ISBN 82-7988-057-7
ISSN 1501-9721

Oppsummering

Vi drøfter ulike virkemidlers effektivitet for å realisere mål i energi- og miljøpolitikken. Spesielt drøfter vi virkemiddelet pliktige elsertifikater, som innebærer at noen produsenter har rett til å selge sertifikater, mens andre er pliktige til å kjøpe sertifikater. Våre viktigste konklusjoner er som følger:

1. Hvis det er knyttet eksterne effekter til produksjon eller forbruk av kraft, krever effektivitet at de eksterne effektene korrigeres. Hvis høy produksjon hos en bedrift bidrar - gjennom læring - til produktivetsgevinster også hos andre bedrifter (positiv eksternalitet knyttet til "learning by doing"), oppnås effektivitet gjennom bruk av en produksjonssubsidie. Bruk av pliktige elsertifikater, som innebærer at de som har rett til å selge sertifikater implisitt mottar en subsidie, mens de som har kjøpsplikt implisitt beskattes, gir derfor ikke kostnadseffektivitet.
2. En målsetting om lavere utslipp av klimagasser i et land oppnås kostnadseffektivt ved å la alle aktører betale den samme avgiften - regnet pr. enhet CO₂ ekvivalent – for alle typer utslipp. Pliktige elsertifikater gir ikke kostnadseffektivitet dels fordi ordningen innebærer at den implisitte skatten på enkelte aktører er den samme regnet pr. energienhet, og dels fordi noen aktører mottar en subsidie. I Norge, der tilnærmet ingen kraftverk slipper ut CO₂, synes det spesielt lite hensiktsmessig å benytte pliktige elsertifikater for å redusere utslippene.
3. For å sikre uønskede naturinngrep ved kraftutbygging bør myndighetene benytte reguleringer og konsesjonsvilkår, ikke økonomiske virkemidler.
4. Mens målsettingene ovenfor kan betraktes som avledede fra mer overordnede målsettinger av typen "høy velferd for alle", finner vi det vanskelig å begrunne hvorfor myndighetene skal ha et mål om omfanget av fornybar kraftproduksjon. Anta likevel at myndighetene har et slikt mål. Hvis målet er angitt som en bestemt mengde fornybar kraftproduksjon, sikres kostnadseffektivitet gjennom bruk av en

- subsidie. Hvis derimot målet er at fornybar kraftproduksjon skal være en bestemt andel av samlet kraftproduksjon, sikres kostnadseffektivitet gjennom bruk av pliktige elsertifikater.
5. Hvis myndighetene har flere målsettinger, vil pliktige elsertifikater aldri kunne gjøre det bedre enn en optimal kombinasjon av subsidier og skatter. Dette skyldes at med pliktige elsertifikater er det implisitte subsidiebeløpet (som sertifikatselgerne mottar) akkurat like stort som det implisitte skattebeløpet (som sertifikatkjøperne betaler). I tillegg kommer at hvis en av de ønskede målsettingene er lavere klimagassutslipp, oppnås ikke kostnadseffektivitet gjennom bruk av pliktige elsertifikater siden dette virkemiddelet implisitt pålegger den samme avgiften pr enhet energi på noen aktører, mens effektivitet krever at avgiften er den samme pr enhet CO₂ ekvivalent, se ovenfor.
 6. Konklusjonene ovenfor er basert på ingen usikkerhet. Anta at pliktige elsertifikater benyttes, og at investeringen i fornybar produksjonskapasitet må foretas før en kjenner sertifikatprisen (Tilfellet der også kraftprisen er usikker behandles i neste punkt). Hvis produksjonen følger entydig fra investeringen, noe som er tilfelle for vindkraft, solkraft og bølgekraft, spiller det ingen rolle for en risikonøytral produsent om subsidiesatsen er sikker eller usikker. For samme forventede subsidiebeløp blir investering og produksjon det samme under usikkerhet og sikkerhet. Hvis derimot produsenten er risikoavers, blir investering og produksjon lavest under usikkerhet hvis forventet subsidiebeløp er det samme under usikkerhet og sikkerhet. Vi har også studert tilfellet der produksjonen kan justeres etter at investeringen er foretatt (biokraft). Da vet vi ikke om produksjonen, for samme forventede subsidiebeløp, er større under sikkerhet enn under usikkerhet.

7. Siden flere av faktorene som motiverer at sertifikatprisen er usikker også påvirker prisen på kraft, har vi analysert tilfellet der både kraftprisen og sertifikatprisen er usikker. Med bruk av pliktige elsertifikater er produsentprisen til de som har rett til å selge sertifikater lik summen av kraftprisen og sertifikatprisen. Hvis derfor sertifikatprisen og kraftprisen er positivt korrelert, forsterkes den ovenfor nevnte virkningen av usikker sertifikatpris. Spesielt vil virkningen av risikoaversjon bli sterkere. Hvis derimot sertifikatpris og kraftpris er negativt korrelert, svekkes den ovenfor nevnte virkningen av usikker kraftpris. Vi viser at mens skifte i de bakenforliggende tilbudsfunksjonene helt sikkert gir negativ korrelasjon mellom sertifikatpris og kraftpris, er det generelt ubestemt om skifte i etterspørselsfunksjonen og kjøpspliktandelen endrer sertifikatprisen og kraftprisen i samme retning, eller i hver sin retning.

8. Anta at EU innfører pliktige elsertifikater på toppen av sitt kvotesystem for CO₂-utslipp. Ordningen vil ikke påvirke samlet mengde utslipp i EU (inklusive Norge og eventuelt andre land som kobles opp mot EUs kvotesystem). Heller ikke fordelingen av CO₂-utslipp mellom den delen av økonomien som omfattes av EUs kvotesystem (kraftsektoren og deler av industrien) og resten av økonomien blir påvirket. Siden pliktige elsertifikater innebærer at fossilbaserte kraftverk blir skattlagt, reduseres markedsprisen på CO₂-kvoter. Lavere kvotepris medfører høyere utslipp i den ikke-kraftproduserende delen av økonomien som er omfattet av kvotesystemet, mens utslippene i kraftsektoren (som er omfattet av EUs kvotesystem) nødvendigvis reduseres tilsvarende. Innenfor den delen av kraftsektoren som er basert på fossile brensler blir det en forskyvning i retning av relativt mer kullkraft og relativt mindre gasskraft, mens omfanget av fornybar kraftproduksjon øker.

9. Som angitt i punkt 4 er det vanskelig å se hvorfor en skulle ha et mål knyttet til omfanget av fornybar kraft. Dersom en likevel har et slikt mål, er det fornuftig med en eller annen form for tilskuddsordning til fornybar kraftproduksjon. Pliktige elsertifikater innebærer at støtten til fornybar kraft fullt ut finansieres

gjennom en avgift på samlet bruk av kraft. En slik finansiering er ikke i samsvar med samfunnsøkonomiske prinsipper for hvordan støtteordningen bør finansieres: I et samfunnsøkonomisk perspektiv bør støtteordningen for fornybar kraft betraktes på lik linje med alle andre offentlige utgifter.

10. Vår hovedkonklusjon er at generelt gir ikke pliktige elsertifikater kostnadseffektiv måloppfyllelse. Hvis de mest kostnadseffektive tiltakene av ulike grunner ikke kan anvendes, finnes det trolig i mange tilfeller likevel virkemidler som er mer kostnadseffektive enn pliktige elsertifikater.

1 Mål-middel analyse

I økonomisk teori skiller en skarpt mellom midler og mål – (virke)midler brukes til å nå mål. Ideelt fastlagger politikere målene mens fagfolk vurderer egenskaper til alternative virkemidler som kan være aktuelle for å nå et mål.

På overordnet nivå opererer en med noen generelle mål, for eksempel ”høy velferd for alle”. Overordnede mål er typisk så generelle at de bare gir begrensede føringer i den praktiske utformingen av politikken. Derfor suppleres de overordnede målene med ”sekundære” målsettinger som lettere kan knyttes til virkemiddelbruk. De ”sekundære” målene er tenkt avledet fra de overordnede målene, slik at oppfylging av de sekundære målene bidrar til å realisere de overordnede (”primære”) målene. Innenfor norsk energi- og miljøpolitikk er

- i) effektiv produksjon og forbruk av energi
- ii) lavere utslipp av CO₂
- iii) begrensede naturinngrep ved kraftutbygging
- iv) høy forsyningssikkerhet for kraft

eksempler på ”sekundære” mål. Vi skal i dette notatet vurdere egenskapene til ulike virkemidler i forhold til ovenstående sekundære mål.

Prinsipielt kan en rekke virkemidler benyttes for å nå energi- og miljøpolitiske mål, bl.a. juridiske, økonomiske og, administrative. I dette notat skal vi begrense oss til følgende virkemidler, som alle økonomiske:

- Skatt
- Subsidie
- Kombinasjon av skatt og subsidie, herunder pliktige elsertifikater.

Ovenstående virkemidler er markedsbaserte; de endrer aktørers økonomiske insentiver. Dermed justeres aktørenes tilpasninger, slik at markedsutfallet endres. Generelt virker en skatt på produksjonen som om produktprisen faller. Dermed svekkes lønnsomheten, og produksjonen justeres nedover. Motsatt virker en subsidie på produksjonen som om produktprisen stiger. Dermed styrkes lønnsomheten, og produksjonen økes.¹

For virkemiddelet skatt må det spesifiseres hva som skal avgiftsbelegges. Tilsvarende må en for virkemiddelet subsidie angi hva som skal subsidieres. Som angitt ovenfor skal vi også se på tilfellet der skatt og subsidie kombineres. Vi skal primært analysere tilfellet med pliktige elsertifikater, som implisitt innebærer en skattlegging av noen aktører (de som har plikt til å kjøpe sertifikater) kombinert med subsidiering av andre aktører (de som har rett til å selge sertifikater). Vi skal også kommentere tilfellet der myndighetene bruker både en ”standard” skatt og en ”standard” subsidie til å nå mer enn ett mål. Nedenfor følger en drøfting av virkemiddelet pliktige elsertifikater.

Pliktige elsertifikater

Vi tenker oss at kraftprodusentene inndeles i to grupper. Den første gruppen kaller vi de grønne. Dette er produsenter som fremstiller ”miljøvennlig” kraft, for eksempel er det mulig at produksjonen ikke medfører utslipp av CO₂. Den andre gruppen kaller vi brune. Dette er produsenter som ikke fremstiller miljøvennlig kraft.² I det følgende kommer vi til å bruke ”grønne” (”brune”) og ”fornybar kraftproduksjon” (”ikke-fornybar kraftproduksjon”) synonymt. Merk at vår inndeling avviker fra den definisjonen som er tiltenkt i et eventuelt fremtidig norsk-svensk sertifikatmarked, der grønne teknologier utelukkende omfatter nye, miljøvennlige kraftverk (mens etablerte miljøvennlige kraftverk regnes som brune).

¹ Vi skal i hele notatet legge til grunn at alle virkemidler fungerer perfekt, dvs. vi ser bort i fra kostnader ved å igangsette et nytt virkemiddel, kostnader ved å bruke et virkemiddel (for eksempel administrasjonskostnader), samt at vi ser bort i fra markedsimperfeksjoner som kan lede til at virkemidlene ikke fungerer som antatt.

² Prinsipielt kan en tenke seg tre grupper; grønne (miljøvennlig kraftproduksjon), brune (miljøfiendtlig kraftproduksjon) og andre. I det følgende skal vi se bort fra gruppen ”andre”, så sant ikke annet er angitt.

Begge produsenttypene fremstiller og selger elektrisitet, men de grønne har også rett til å selge sertifikater. Vi velger måleenheter slik at for hver kWh kraft de grønne selger, har de rett til å selge ett sertifikat. De grønne har derfor to inntektskilder, kraft og sertifikat. Kraft selges i kraftmarkedet til prisen p , mens sertifikater selges i sertifikatmarkedet til prisen s . Myndighetene påser (kostnadsfritt) at salget av sertifikater stemmer overens med de grønnes salg av kraft.

For hver enhet kraft de grønne selger, mottar de dels inntekt fra kraftsalget (p), og dels inntekt fra sertifikatsalget (s). For hver enhet kraft de grønne selger mottar de derfor $p + s$, som er de grønnes produsentpris. La x angi produsert mengde grønn kraft. Under forutsetningen om fullkommen konkurranse og ingen usikkerhet, er samlet tilbud av grønn kraft gitt ved $x(p + s)$.

De brune selger kraft, men har ikke rett til å selge sertifikater. De brunes produsentpris er derfor lik observert markedspris på kraft, p . La y angi produsert mengde grønn kraft. Da er samlet tilbud av brun kraft gitt ved $y(p)$.

Vi antar at myndighetene pålegger konsumentene å kjøpe sertifikater. Mer presist pålegges konsumentene å kjøpe a enheter sertifikater for hver enhet kraft de kjøper. Variabelen a fastlegges av myndighetene, og vil typisk være mindre enn 0,5. Når konsumentene kjøper kraft, må de derfor dels betale for kraften, p , og dels betale for sertifikater, as . Hver enhet kraft koster derfor konsumentene totalt $p + as$, som er konsumentprisen. Konsumentenes etterspørsel etter kraft angir vi ved $e(p + as)$, der e er en standard fallende etterspørselsfunksjon. Konsumentenes pålagte kjøpsplikt for sertifikater innebærer at hver gang de kjøper 1 enhet kraft, så selger de grønne a enheter kraft (og a enheter sertifikater).

I kraftmarkedet tilbyr grønn og brune produsenter kraft, mens konsumentene etterspør kraft (Vi antar ingen handel med utlandet, dvs. lukket økonomi). Markedsliekevekt - tilbud lik etterspørsel - er derfor gitt ved

$$(1) \quad x(p+s) + y(p) = e(p+as)$$

I sertifikatmarkedet tilbyr de grønne sertifikater, mens konsumentene etterspør sertifikater. Siden de grønne selger ett sertifikat hver gang de selger en enhet kraft, er deres tilbud (også) av sertifikater gitt ved $x(p+s)$. Konsumentenes pålagte kjøpsplikt innebærer at de må kjøpe a enheter sertifikater hver gang de kjøper én enhet kraft. Deres etterspørsel etter sertifikater er derfor gitt ved $ae(p+s)$. Markedslikevekt i sertifikatmarkedet er derfor gitt ved

$$(2) \quad x(p+s) = ae(p+as)$$

Relasjonene (1) og (2) fastlegger prisene på kraft og sertifikater, gitt andelen a for kjøpspliktige sertifikater. Fra disse prisene følger produsert mengde grønn kraft, produsert mengde brun kraft og etterspurt kraft (lik samlet tilbud av kraft).

Ved å multiplisere relasjon (2) med prisen på sertifikater, ser vi at verdien av de grønnes inntekt ved å selge sertifikater, $sx(p+s)$, er lik konsumentenes utgifter til kjøp av sertifikater, $sae(p+as)$, dvs.

$$(3) \quad sx(p+s) = sae(p+as)$$

Offentlige budsjetter blir derfor ikke (direkte) påvirket av dette virkemiddelet, noe som gjenspeiler at ordningen kun omfatter privat sektor. Pliktige elsertifikater er derfor et provenynøytralt virkemiddel.

For en bestemt kjøpspliktandel a^* , la (p^*, s^*) være likevektsverdiene for hhv. observert markedspris for kraft og sertifikater (følger fra (1) og (2), som svarer til (1) og (3)). Anta imidlertid at i stedet for å innføre pliktige elsertifikater, så pålegger det offentlige en skatt på konsumentenes kjøp av kraft, mens de grønne mottar en subsidie pr. enhet produsert kraft. Hvis konsumentskatten settes lik $a^* s^*$, mens subsidien settes lik s^* , følger det fra

(1) og (3) at markedsprisen på kraft blir p^* . Gjennom bruk av skatt og subsidie kan vi derfor få samme løsning som ved pliktige elsertifikater. Legg merke til at det følger fra relasjon (3) at skatten og subsidien er designet slik at myndighetenes skatteinntekter, $sad(p + as)$, er lik subsidiebeløpet, $sx(p + s)$, dvs. tiltaket er provenynøytralt.

Vi har så langt antatt at konsumentene har kjøpsplikt. Dette svarer til den svenske ordningen for pliktige elsertifikater. Alternativt kan de brune ha kjøpsplikt. I appendiks 1 viser vi at i en lukket økonomi er de to systemene – kjøpsplikt for konsumentene versus kjøpsplikt for de brune – realøkonomisk ekvivalente: For samme kjøpsplikt (se appendiks 1 for en presisering), vil både de grønne og brune tilby det samme kvantumet i begge ordningene, og konsumentene vil kjøpe det samme kvantumet. Dette avspeiler det kjente resultatet at i en lukket økonomi spiller det ingen rolle om konsumentene eller produsentene blir pålagt en avgift.

I resten av dette avsnittet skal vi utelukkende analysere pliktige elsertifikater når konsumentene har kjøpsplikt. Vi skal nå studere betydningen av skifte i tilbudsfunksjoner, etterspørselsfunksjonen og kjøpspliktandelen (Disse resultatene vil også være av interesse i kapittel 3 der vi drøfter pliktige elsertifikater under usikkerhet). Fra appendiks 1 ("skiftanalyse") finner vi at skifte i tilbudsfunksjonen for de brune, dvs. til gitte priser tilbys mer kraft enn tidligere, reduserer markedsprisen på kraft (som er lik de brunes produsentpris), mens prisen på sertifikater (som er lik subsidien) stiger. Videre stiger produsentprisen for de grønne (summen av kraftpris og sertifikatpris) mens konsumentprisen faller, se tabell 1, som også gir informasjon om virkningene av de andre skiftene.

Økt tilbud av brun kraft presser ned kraftprisen p . Dermed faller konsumentprisen, slik at samlet kjøp av kraft øker. Høyere kraftkonsum krever kjøp av flere sertifikater, noe som presser opp prisen på sertifikater. Siden samlet kjøp av kraft har økt, samtidig som en bestemt andel av kraftkjøpet (a) må fremstilles av de grønne, må grønn kraftproduksjon ha økt, noe som krever at de grønnes produsentpris har økt. Økt tilbud av grønn kraft vil øke både kraftproduksjonen og tilbudet av sertifikater. Isolert tilsier det første forholdet

lavere kraftpris, mens det andre forholdet tilsier lavere sertifikatpris. Hvis imidlertid sertifikatprisen faller, reduseres konsumentprisen, og etterspørselen etter kraft øker, noe som trekker mot høyere kraftpris. Siden sertifikatmarkedet er "mindre" enn kraftmarkedet (de brune produsentene deltar ikke i sertifikatmarkedet), blir det prisen i sertifikatmarkedet som faller, og følgelig stiger kraftprisen, se tabell 1. Som i det forrige tilfellet gir økt tilbud av kraft lavere konsumentpris. Videre får vi også i dette tilfellet at produsentprisen til den gruppen som øker sitt tilbud faller, mens produsentprisen til den andre gruppen stiger.

Tabell 1 Virkninger av skifte på priser¹

Virkning på	Kraftpris	Sertifikatpris	Grønn produsentpris	Konsumentpris
Skifte i	p	s	$p + s$	$p + as$
Tilbudsfunksjonen for de grønne	+	-	-	-
Tilbudsfunksjonen for de brune	-	+	+	-
Etterspørselsfunksjonen	+	? (+ hvis a "stor") (- hvis a "liten")	+	+
Konsumentenes kjøpspliktandel	-	? (+ hvis $e' = 0$)	? (+ hvis $y' = 0$) (+ hvis $e' = 0$)	? (+ hvis $x' = \infty$ og a "stor") (+ hvis $x' = 0$) (- hvis $y' = 0$)

¹I tabellen angir x tilbudet av grønn kraft, y angir tilbudet av brun kraft, e er etterspørselen etter kraft og a er pålagt kjøpspliktandel for konsumentene.

Skifte i etterspørselen etter kraft tilsier at kraftprisen vil stige. Imidlertid vil også etterspørselen etter sertifikater øke (pga. kjøpsplikten), noe som isolert trekker mot høyere sertifikatpris. Økt kraftpris tilsier at konsumentprisen stiger, noe som trekker mot lavere etterspørsel etter sertifikater. Virkningen på sertifikatprisen er dermed avhengig av hvor mye kraftprisen øker, og av nivået på etterspørselen etter sertifikater. Med høy kjøpspliktandel er det høy etterspørsel etter sertifikater. Da vil skiftet i etterspørselen heve sertifikatprisen. Hvis endelig kjøpspliktandelen stiger, tilsier dette isolert høyere konsumentpris (for gitte priser på kraft og sertifikater), noe som trekker mot lavere etterspørsel etter både kraft og sertifikater (og dermed lavere pris på kraft og sertifikater). På den annen side gir selve skiftet høyere etterspørsel etter sertifikater, noe som tilsier høyere sertifikatpris og dermed høyere konsumentpris. Alt i alt vil derfor kraftprisen falle, mens virkningene på de øvrige prisene er generelt ubestemt, se tabell 1.

For å illustrere virkninger av økt kjøpspliktandel skal vi se på spesialtilfellet med uendelig elastisk tilbud av grønn kraft ($x' = \infty$). Tabell 1 angir at i dette spesialtilfellet vil økt kjøpspliktandel helt sikkert høyere konsumentpris hvis kjøpspliktandelen er tilstrekkelig høy initialt. I figur 1a viser den stigende kurven tilbudet av brun kraft, mens tilbudet av grønn kraft er representert ved den horisontale linjen (uendelig elastisk tilbud). Produksjonen av brun kraft bestemmes ved skjæringspunktet mellom de brunes tilbudskurve og de grønnes tilbudskurve (A i figur 1a), mens total kraftproduksjon fastlegges ved skjæringspunktet mellom de grønnes tilbudskurve og etterspørselskurven (B i figur 1a). Før pliktige elsertifikater innføres (heltrukne kurver) gir dette en bestemt andel grønn kraft, som vi i figur 1b kaller a_0 .

Anta nå at pliktige elsertifikater innføres. I figur 1a er konsumentprisen avsatt langs den vertikale akse. Forskjellen mellom konsumentpris og de brunes produsentpris er $p^K - p^B = p + as - p = as$, dvs. for en gitt konsumentpris blir innføring av pliktige elsertifikater som om de brune skattlegges med as siden de brune ikke mottar hele konsumentprisen. De brunes tilbudskurve skifter derfor oppover (stiplet kurve), og produksjonen av brun kraft reduseres (til C i figur 1a). Videre innebærer pliktige elsertifikater at de grønne subsidieres med forskjellen mellom det de mottar ($p^G = p + s$) og det brukerne betaler ($p^K = p + as$), dvs. med $(1-a)s$. Når a er null, eller liten initialt, øker subsidien $(1-a)s$ når kjøpspliktandelen a heves, dvs. (den horisontale) tilbudskurven skifter nedover. Alt i alt stiger samlet kraftproduksjon (til D i figur 1a), dvs. produksjonen av grønn kraft øker, og den øker mer enn reduksjonen i brun kraftproduksjon. Produksjonen av brun kraft blir lavere jo høyere kjøpspliktandelen a settes; jo høyere a , jo mer skifter de brunes tilbudskurve oppover. Hvis a blir tilstrekkelig stor, reduseres imidlertid subsidien $(1-a)s$ til de grønne. Dette skyldes at "skatteprovenyet" fra de brune, som er "skattesats" as multiplisert med mengde brun produksjon, reduseres når skattesatsen blir tilstrekkelig stor (Vi kommer på den nedoverhellende delen av "Lafferkurven"). For tilstrekkelig stor a vil derfor de grønnes tilbudskurve begynne å skifte oppover når a øker ytterligere. Når a når 1, dvs. all

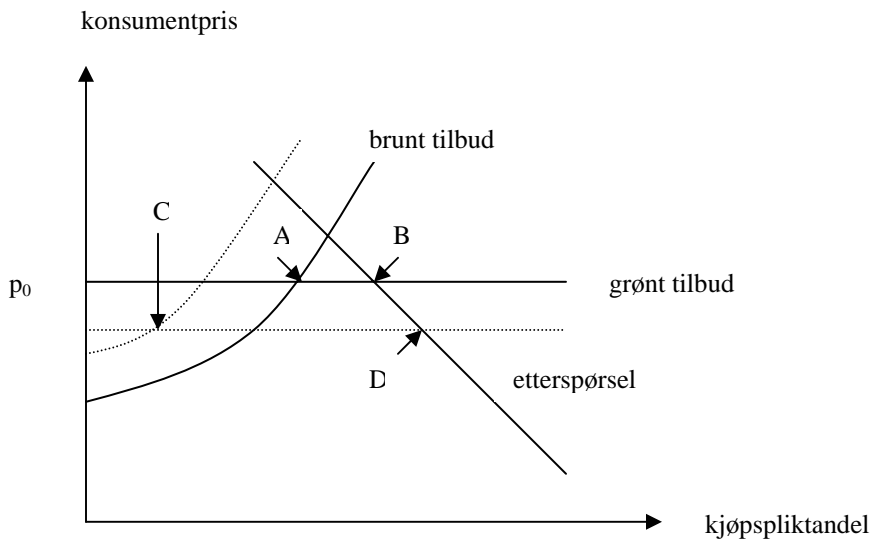
kraftproduksjon er grønn, starter de to tilbudskurvene i samme punkt, nemlig i p_0 i figur 1a.

Innføring av pliktige elsertifikater innebærer at andelen a i figur 1b stiger. Fra tabell 1 vet vi at de brunes produsentpris ($p^B = p$) faller. Siden tilbudet av grønn kraft er uendelig elastisk, må produsentprisen for de grønne ($p^G = p + s$) være konstant (lik de grønnes enhetskostnad p_0). Konsumentprisen ($p^K = p + as$) ligger pr. definisjon mellom de to produsentprisene. Avstandene mellom de tre priskurvene i figur 1b avspeiler størrelsen på subsidien og skatten. Hvis kjøpspliktandelen er 0,5 blir skatten $0,5s$, dvs. konsumentprisen ligger midt mellom de grønnes og de brunes produsentpris (forskjellen mellom grønn og brun produsentpris er alltid s).

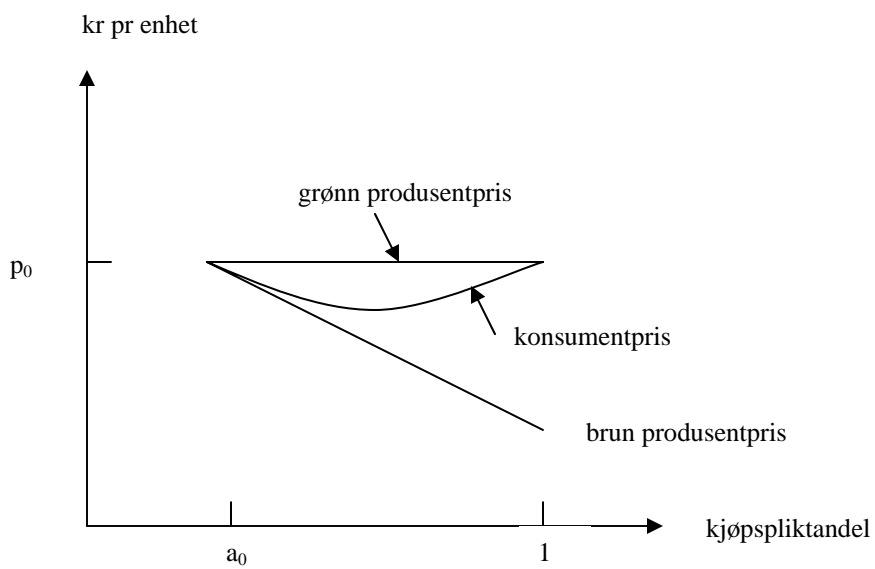
Fra tabell 1 vet vi at generelt er virkningen på konsumentprisen av økt kjøpspliktandel ubestemt. Vi vet imidlertid at i yttertilfellet med full kjøpspliktandel ($a=1$) er konsumentprisen lik de grønnes produsentpris siden all kraftproduksjon er grønn. Videre vet vi at konsumentprisen er lik de grønnes produsentpris før pliktige elsertifikater innføres. Siden konsumentprisen ikke kan overstige de grønnes produsentpris (generelt er den lavere), og de grønnes produsentpris er konstant, fins det minst ett intervall for kjøpspliktverdier der økt kjøpspliktandel gir lavere konsumentpris, og minst ett intervall for kjøpspliktverdier der økt kjøpspliktandel gir høyere konsumentpris. I vårt tilfelle med uendelig elastisk tilbud av grønn kraft angir tabell 1 at for tilstrekkelig høye initiale verdier for kjøpspliktandelen, gir økt kjøpspliktandel høyere konsumentpris. Men avhengig av funksjonsformene kan det være flere slike intervaller (I figur 1b har vi antatt at det bare fins ett intervall). Den (kompliserte) sammenhengen mellom konsumentpris og kjøpspliktandel reflekterer at med pliktige elsertifikater skal samlet subsidiebeløp alltid være lik samlet betaling av skatt.

I figur 2a er markedsløsningen, før pliktige elsertifikater innføres, kjennetegnet ved at all kraftproduksjon er brun. Da er det likhet mellom de brunes produsentpris (som er lik markedsprisen på kraft p) og konsumentprisen. De grønnes produsentpris er $p_0 > p$. Hvis det nå innføres pliktige elsertifikater, må subsidien s være akkurat så stor at $p + s = p_0$ for at de grønne skal være villige til å produsere. Som i forrige tilfelle er virkningen på konsumentprisen av at kjøpspliktandelen stiger generelt ubestemt, men for tilstrekkelig høye kjøpspliktandeler er konsumentprisen stigende i kjøpspliktandelen.

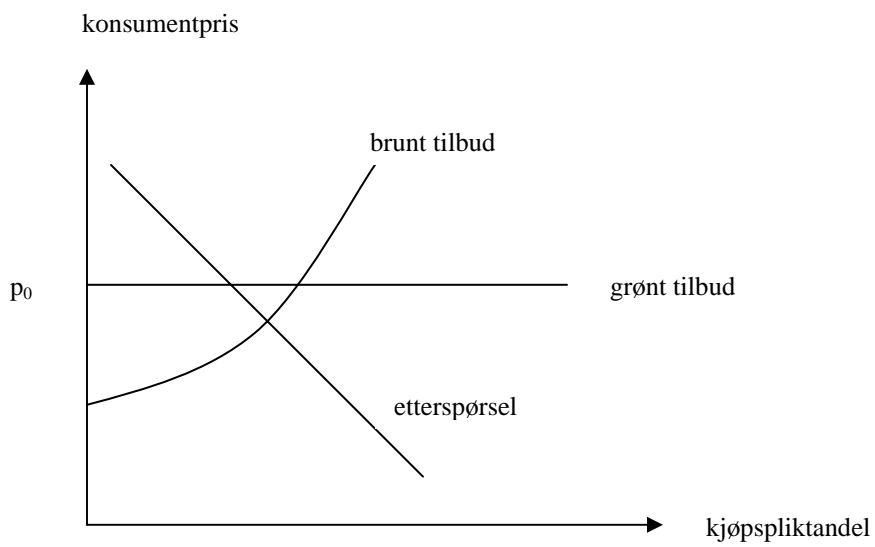
Vi har ovenfor antatt uendelig elastisk tilbud av grønn kraft. Hvis imidlertid tilbudskurven for grønn kraft er stigende, blir resultatene av samme karakter som ovenfor.



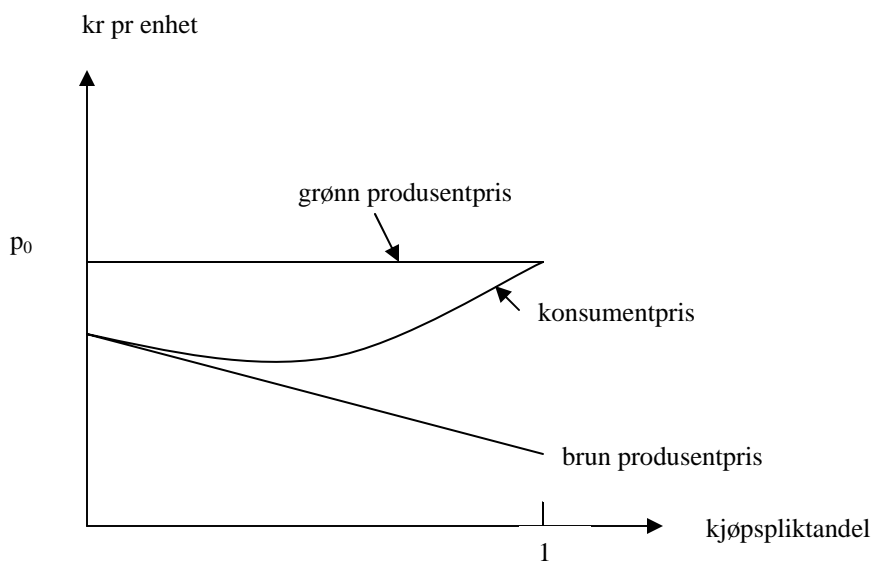
Figur 1a



Figur 1b



Figur 2a



Figur 2b

Tabell 1 viser at mens skifte i tilbudsfunksjonen for de grønne gir lavere produsentpris for de grønne, gir skifte i tilbudsfunksjonen for de brune og skifte i etterspørselsfunksjonen motsatt konklusjon. Vi legger imidlertid merke til at virkningen på de to markedsprisene av et skifte enten er at de endrer seg i hver sin retning (skifte i tilbudsfunksjoner), eller at de *kan* endre seg i hver sin retning (skifte i etterspørselsfunksjon eller kjøpspliktandel). I spesialtilfellet med helt uelastisk etterspørsel ($e' = 0$) vil helt sikkert skifte i kjøpspliktandelen endre de to markedsprisene hver sin vei. Hvis kjøpspliktandelen a er tilstrekkelig liten initialt, vil også skifte i etterspørselsfunksjonen endre kraftprisen og sertifikatprisen hver sin vei. Motsatt vil et skifte i etterspørselsfunksjonen øke begge prisene hvis kjøpsplikten er tilstrekkelig stor initialt.

2 Effektiv virkemiddelbruk

I dette kapittelet skal vi drøfte effektiv virkemiddelbruk. Vi skal først presentere noen prinsipielle betraktninger om målet. Deretter skal vi - for hvert mål - finne det virkemiddelet som gir kostnadseffektiv måloppnåelse, samt drøfte effektiviteten til andre virkemidler. Til slutt i kapittelet diskuterer vi effektiv virkemiddelbruk når flere mål skal realiseres.

2.1 Ett mål

Effektiv produksjon og forbruk av energi

I hht. til standard økonomisk teori kreves det effektivitet i produksjon og forbruk for å realisere effektiv ressursbruk. På et mer overordnet nivå bidrar effektiv ressursbruk til høy materiell velstand, som igjen legger et godt grunnlag for målet "høy velferd for alle". I en perfekt fungerende markedsøkonomi uten eksterne effekter og andre typer imperfeksjoner oppnås effektivitet hvis – for hvert gode - alle aktører står overfor den samme prisen.

Manglende effektivitet i produksjon og forbruk av energi kan skyldes svak konkurranse, eller ikke-optimal korrigering av eksterne effekter. Hvis markedssvikten skyldes imperfekt konkurranse, bør en prinsipielt søke å styrke konkurransen. Hvis derimot manglende effektivitet avspeiler ikke-optimale nivåer på skatter og subsidier, bør disse virkemidlene justeres.

Produksjon av energi kan gi utslipp til luft av bl.a. CO₂. Dette forholdet skal vi drøfte i et eget avsnitt. Utover utslipp til luft er det trolig få eksterne effekter (av en viss størrelse) som er knyttet til produksjon og forbruk av energi. Det er imidlertid mulig at produksjon av energi – gjennom læring – bidrar til å heve effektiviteten.

Anta at økt produksjon i én bedrift styrker kunnskapen både i denne bedriften og i andre innenlandske bedrifter, og at dette bidrar til at energiproduksjonen blir mer effektiv også i andre bedrifter (positiv ekstern effekt). Da sier standard økonomisk teori at produksjonen bør subsidieres. Prinsipielt skal subsidien avspeile, for hver bedrift, de øvrige

innenlandske bedriftenes gevinst (på marginen) av denne bedriftens produksjon. Den marginale gevinsten kan variere mellom bedriftene, men praktiske forhold som bl.a. manglende observerbarhet tilsier at subsidien er det samme, i hvert fall for alle bedrifter med samme type teknologi (vind, sol, gass osv.). I Norge er det varierende antall bedrifter innen samme teknologitype. Videre er det mulig at læringseffekten varierer mellom teknologitypene.³ Dette tilsier at prinsipielt bør subsidien differensieres mellom teknologityper. Det er mulig at for flere teknologiklasser er den eksterne effekten ubetydelig, mens administrasjonskostnadene er klart positive. Da bør subsidien settes til null.⁴

Diskusjonen ovenfor tilsier at *hvis* det for noen teknologier er betydelige læringseffekter knyttet til produksjon av elektrisitet, og læringseffektene tilflyter også andre innenlandske bedrifter, bør forholdet fanges opp gjennom en subsidie på produksjonen. Subsidien gis kun til de produsentene som anvender en av de gunstige teknologiene. Den positive eksterne effekten tilsier at en ikke skal skattlegge produksjonen. Følgelig er pliktige elsertifikater, som implisitt innebærer en skattlegging av noen produsenter, ikke et egnet virkemiddel.

Reduserte utslipp av CO₂

Norge har - i likhet med flere andre land - ratifisert Kyotoavtalen, som vil tre i kraft i februar 2005. Som følge av begrenset deltakelse vil Kyotoavtalen gi beskjedne utslippsreduksjoner, men avtalen angir likevel et utslippstak for Norge og hvert av de andre ratifiserende landene for perioden 2008-2012 (før internasjonal handel med kvoter og bruk av andre fleksible mekanismer).

³ I følge vindkraftbransjen, se "Wind Energy. The Facts." The European Wind Energy Association (EWEA), har kapasiteten på vindmøller (målt som MW) blitt nesten 100 doblet de siste 25 årene, noe som omtrent har halvert kostnadene for vindkraftproduksjon i samme periode.

⁴ Noen bedrifter (både i og utenfor kraftbransjen) utfører FoU for å bedre kraftteknologiers effektivitet. Anta at investeringer i FoU i én bedrift styrker kunnskapen både i denne bedriften og i andre innenlandske bedrifter. Da tilsier økonomisk teori at FoU investeringene bør subsidieres.

Prinsipielt kan Norge påvirke utslippene til de ikke-deltagende landene, for eksempel gjennom utvinningsnivået for norsk olje og gass. Men siden det er svært vanskelig å predikere om et tiltak vil øke eller redusere utslippene utenfor Kyotoområdet, samt at effekten av et særnorsk tiltak på utslippene utenfor Kyotoområdet uansett er neglisjerbar, anser vi det som uaktuelt at Norge har målsettinger for reduserte utslipp utenfor Kyotoområdet.

Siden summen av utslippene innen Kyotoområdet er gitt fra avtalen (evt. korrigert for bruk av internasjonale fleksible mekanismer), vil typen av virkemidler som Norge og de andre landene bruker i sin klimapolitikk ikke påvirke summen av utslippene. Valget av virkemidler kan imidlertid være viktig for landenes kostnader knyttet til å realisere utslippsreduksjonene, se appendiks 2 for en diskusjon av EUs kvotesystem.

I Norge er det inngått frivillig avtale mellom myndighetene og deler av prosessindustrien for å redusere utslippene av klimagasser. Norge har dessuten, i likhet med EU (se appendiks 2), nylig vedtatt å innføre et system med utslippskvoter for deler av næringslivet som ikke omfattes av andre klimapolitiske virkemidler. For øvrige sektorer må utslippsreduksjoner gjennomføres internt i Norge. Størrelsen på utslippsreduksjonene vil avspeile Kyotokravet, utslippene i de bransjene som er omfattet av frivillige avtaler og klimakvotesystemet, samt Norges eventuelle kjøp av kvoter internasjonalt (herunder bruk av de fleksible mekanismene).

Den innenlandske utslippsreduksjonen kan realiseres kostnadseffektivt ved at alle aktører betaler den samme kostnaden pr. utslippet CO₂ ekvivalent. Dette kan oppnås for eksempel gjennom å pålegge en uniform karbonskatt, dvs. samme skatt (regnet pr. enhet CO₂ ekvivalent) på alle utslipp av klimagasser. En uniform karbonskatt innebærer at skatten varierer mellom fossile brensler regnet pr. energienhet.

Det følger fra ovenstående at en skatt pr. produsert enhet elektrisitet ikke gir en kostnadseffektiv løsning: For det første skal kun kraftprodusenter som slipper ut CO₂ skattlegges. For det andre skal skatten være den samme pr. enhet CO₂ ekvivalent, ikke

pr. enhet energi. Heller ikke en skatt på forbruk gir en kostnadseffektiv utslippsreduksjon: Det er produksjon av energi som leder til CO₂ utslipp, ikke forbruk av energi. En forbruksskatt kan realisere en utslippsreduksjon gjennom redusert etterspørsel etter energi, men forbruksreduksjonen blir unødig stor (sammenliknet med det samfunnsøkonomisk optimale).

Også pliktige elsertifikater kan benyttes for å oppnå en bestemt utslippsreduksjon, men heller ikke dette virkemiddelet gir en kostnadseffektiv utslippsreduksjon. For det første innebærer pliktige elsertifikater at noen produsenter subsidieres (typisk de som ikke slipper ut CO₂). Dermed stiger kraftproduksjonen fra disse produsentene. Samlet produksjon av kraft blir derfor unødig stor (sammenliknet med det samfunnsøkonomisk optimale), noe som leder til at prisen på kraft blir for lav. Prinsipielt er det ikke samfunnsøkonomisk effektivt å subsidiere én aktivitet for at den skal erstatte en annen aktivitet som gir CO₂-utslipp. Når målet er å redusere utslippene av CO₂, bør virkemidlene rettes direkte mot disse utslippene. For det andre innebærer pliktige elsertifikater at noen produsenter beskattes (typisk de som slipper ut CO₂), men den implisitte skatten er den samme for alle produsentene i denne gruppen regnet pr. kWh.

I Norge fremstilles ca. 99,7 % av elektrisiteten i kraftverk som ikke slipper ut CO₂ (vannkraft, vindkraft, geokraft). Da er det spesielt lite hensiktsmessig å benytte pliktige elsertifikater for å redusere utslippene av CO₂ i norsk kraftforsyning.

Naturinngrep ved kraftutbygging

I Norge står magasinbasert vannkraft for nesten hele kraftproduksjonen. Vannkraftproduksjon gir ikke utslipp av gasser, men utbygging krever naturinngrep, som medfører samfunnsøkonomiske kostnader. Fra en samfunnsøkonomisk synsvinkel bør vannkraftutbyggingen organiseres slik at prosjektene med de laveste (totale) samfunnsøkonomiske kostnadene bygges ut først. Gitt en bestemt (optimal) utbyggingsplan, sikres uønskede naturinngrep klart bedre gjennom konsesjonsordninger enn gjennom bruk av økonomiske virkemidler.

Også etablering av andre kraftverk enn magasinkraft, for eksempel gasskraft, vindkraft og kraftproduksjon basert på søppelkraft, krever naturinngrep. Igjen sikres uønskede naturinngrep best gjennom konsesjonsordninger som angir nøyaktig plassering, håndtering av spillvann, skorsteinshøyde osv. Konsesjonskravene bør imidlertid avspeile samfunnsøkonomiske kostnader og nytte, for eksempel kostnadene ved å bygge en høy skorstein versus gevinsten ved en høy skorstein (avhenger bl.a. av spredningen av avgassene).

Høy forsyningssikkerhet for kraft

Gjennom en årrekke har høy forsyningssikkerhet for kraft vært en målsetting i norsk energipolitikk. Tidligere innebar kravet at samlet innenlandsk konsum av elektrisitet skulle – i hvert fall i et normalt nedbørsår - kunne dekkes med innenlandsk produksjon av kraft. Senere har en imidlertid åpnet for at import av kraft kan bidra til økt forsyningssikkerhet.

Målet om høy forsyningssikkerhet bygger trolig på ideen om at bortfall av kraftleveranser medfører store samfunnsøkonomiske kostnader. I Norge utgjør elektrisitet brorparten av husholdningenes energikonsum utenom transport.⁵ Mange husholdninger har ikke andre oppvarmingsmuligheter enn bruk av elektrisitet, og nesten alle husholdninger benytter utelukkende elektrisitet til matlaging. Husholdningssektoren vil derfor bli hardt rammet ved et bortfall av kraft over et visst tidsrom. På den annen side har Norge kriseplaner som angir at ved akutt kraftmangel er det industrien, ikke husholdningene, som først skal miste kraftleveransene.

⁵ I Norge utgjør elektrisitet (inklusive varme) nærmere 80 % av husholdningenes energikonsum, eksklusiv transport. For Sverige og Danmark er tallene hhv. ca. 75 % og 55 %. I disse landene er dessuten vannkraftens andel av samlet kraftproduksjon betydelig lavere enn i Norge; markedsandelen for vannkraft (magasin og pumpekraft) i Norge, Sverige og Danmark er hhv. 99 %, 55 % og tilnærmet 0 %.

Så langt vi kjenner til fins det ikke i dag en (klar) presisering av målet om høy forsyningssikkerhet. To mulige presiseringer er⁶:

- i) Samlet etterspørsel etter kraft skal kunne oppfylles uten store prisvariasjoner.
- ii) Samlet etterspørsel etter kraft skal kunne oppfylles uten at kraftprisen blir veldig høy.

La oss illustrere konsekvensene av disse definisjonene: Anta at et land ikke produserer kraft, men kun importerer kraft. Landet kan enten importere fra flere andre land, eller importere fra et land som inngår i et stort velfungerende integrert marked der en rekke forskjellige kraftteknologier benyttes (fossilbasert kraft med mer). Bortsett fra i helt spesielle situasjoner (se nedenfor) vil den gjennomsnittlige døgnprisen i importlandet være relativt stabil over tid, gitt at importkapasiteten overstiger innenlandsk etterspørsel. Landet vil ha høy forsyningssikkerhet ut fra både definisjon i) og ii). Hvis det imidlertid inntreffer en krise i eksportlandene, for eksempel naturkatastrofe eller krig, kan hele eller deler av eksporten bortfalle. Dette motiverer at importlandet har innenlandsk produksjon.

Anta så at landet ikke importerer kraft, men at all innenlandsk elektrisitetsproduksjon er basert på magasinkraft (som i Norge). Da vil kraftprisen variere mellom nedbørsfattige og nedbørsrike år. I (ekstreme) tørrår kan kraften bli solgt til veldig høye priser, så sant ikke landet har gjenværende vann i flerårsmagasiner.⁷ Landet har ikke høy forsyningssikkerhet verken ut fra definisjon i) eller ii). Hvis derimot landet kan tappe

⁶ På kort sikt kan balanse i kraftmarkedet tilsi veldig høye kraftpriser. Det er imidlertid mulig at (regional eller nasjonal) etterspørsel - selv med veldig høy kraftpris - overstiger tilgangen på kraft. Dette kan skyldes at kraftbrukerne ikke kjenner spotprisen, eller at brukerne ikke betaler spotprisen, eller at justering av etterspørselen ikke skjer momentant. Hvis etterspørselen overstiger tilgangen på kraft er det nødvendig med leveringsstopp for å sikre balanse mellom tilbud og etterspørsel da ubalanse gir spenningsfall og - hvis spenningsfallet er tilstrekkelig stort - sammenbrudd i linjene. Tiltak for å sikre fysisk forsyningssikkerhet vil typisk innebære økt tilgang på kraft. I dette avsnittet drøfter vi imidlertid effektiv virkemiddelbruk for å øke krafttilgangen.

⁷ Med flerårsmagasin menes demninger som er så store at de kan lagre vannmengder som svarer til mer enn nedbørmengden i et hydrologisk normalår. En vannkraftprodusent med et flerårsmagasin har større muligheter til å lagre vann enn en vannkraftprodusent med et "standard" magasin. Med et standard magasin vil – litt forenklet - produsenten vurdere om vannet skal brukes nå eller senere i samme årlige nedbørssyklus, mens en produsent med flerårsmagasin vurderer om vannet skal brukes nå, eller senere i samme årlige nedbørssyklus, *eller* i en senere nedbørssyklus. Dermed vil produsenten med flerårsmagasin ha høyere fyllingsgrad enn produsenten med standardmagasin, bortsett fra i (ekstreme) tørrår der alle tømmer opp mot det maksimalt tillatte.

vann fra flerårsmagasiner i (ekstreme) tørrår, reduseres både prisnivået og prisvariasjonen.

Anta at dette landet bygger ut mer magasinkraft (nye ettårsmagasiner som samler opp vann som ikke tidligere ble utnyttet, turbiner osv.). I spesialtilfellet der tilgangen på vann i det nye magasinet er perfekt korrelert med tilgangen på vann i de øvrige magasinene, reduseres prisnivået, men prisvariasjonene blir omtrent som tidligere. Hvis derimot tilgangen på vann i det nye magasinet ikke er perfekt korrelert med tilgangen på vann i de øvrige magasinene, reduseres både prisnivået og prisvariasjonene. Hvis Norge bygger ut vindkraft, blir også prisvariasjonene mindre så sant ikke magasinkraftproduksjonen og vindkraftproduksjonen er perfekt positivt korrelert. Bygger landet ut fossilbasert kraft, reduseres både prisnivået og prisvariasjonene siden nedbørsmengden i Norge er omtrent ukorrelert med prisen på fossile brensler (som bestemmer produksjonen i fossilbaserte verk). Med fossilbasert kraftproduksjon vil produsenten som benytter fossilt brensel typisk ta ned verket de ukene da kraftprisen er lav, for eksempel hvis vannet i magasinene er nær ved å flomme over, mens kapasiteten utnyttes maksimalt når kraftprisen er høy.

Diskusjonen ovenfor tilsier at hvis myndighetene ønsker å øke forsyningssikkerheten ut fra definisjon ii), dvs. unngå høyt prisnivå, kan dette gjøres ved å bygge ut mer kraft (det spiller ingen rolle hvilken teknologi som benyttes), eller øke tilsiget til eksisterende demninger, eller øke importkapasiteten. Hvis derimot myndighetene ønsker å øke forsyningssikkerheten ut fra definisjon i), dvs. unngå store prisvariasjoner, kan dette gjøres ved å bygge ut kraftanlegg som ikke er vannkraftbasert, eller bygge nye flerårsmagasiner/øke kapasitetene i eksisterende flerårsmagasiner, eller bygge ut nye magasinkraftverk som mottar nedbør som ikke er perfekt korrelert med tilsiget til de øvrige demningene, eller øke importkapasiteten.⁸

⁸ Økt overføringskapasitet vil typisk redusere prisvariasjonen i Norge siden Norge vil eksportere når hjemmeprisen er lav (dermed stiger prisen i Norge), men importere når hjemmeprisen er høy (dermed faller hjemmeprisen).

Hvis forsyningssikkerheten ønskes styrket, bør dette gjennomføres til de lavest mulige samfunnsøkonomiske kostnadene. Den optimale utbyggingen kan skje enten i offentlig eller i privat regi. Anta at utbyggingen skal skje i privat regi (i motsatt fall kan staten håndtere utbyggingen uten bruk av økonomiske virkemidler). Hvis dette er prosjekter som er privatøkonomisk ulønnsomme – en utbygging i privat regi ville allerede ha realisert alle privatøkonomisk lønnsomme prosjekter (gitt at myndighetene godkjente konsesjonssøknadene) – er det nødvendig med en subsidie til de private for å sikre utbygging, og dermed realisere økt forsyningssikkerhet. Det er imidlertid ikke kostnadseffektivt å benytte pliktige elsertifikater – med sin implisitte skattlegging av noen produsenter - for å øke forsyningssikkerheten.

Det faller utenfor dette prosjektet å identifisere hvilke utbyggingsprosjekter som gir størst reduksjon i prisvariasjonen i Norge. Vi vil imidlertid påpeke at siden reduksjonen i prisvariasjonen avhenger av hvilke prosjekter som blir realisert, bør ideelt subsidien, som innføres for å realisere økt forsyningssikkerhet, ikke være den samme for alle prosjekter, men høyest for de prosjektene som gir størst reduksjon i prisvariasjonen (pr. krone investert).

2.2 Flere mål

I forrige avsnitt drøftet vi effektiv virkemiddelbruk når det offentlige hadde kun én målsetting (om gangen). Vi fant at pliktige elsertifikater ikke ga kostnadseffektiv måloppfyllelse for noen av de angitte målsettingene. Men ettersom pliktige elsertifikater implisitt innebærer bruk av både skatt og subsidie, er det interessant å drøfte effektiv virkemiddelbruk når det offentlige har flere målsettinger.

Kan pliktige elsertifikater være et egnet virkemiddel når det offentlige har to mål; ett som kostnadseffektivt kan realiseres ved bruk av en subsidie, og ett som kostnadseffektivt kan realiseres ved skattlegging? Fra diskusjonen ovenfor følger det at to slike mål kan være i) effektivitet i produksjonen gjennom å internalisere den positive læringseffekten av økt kraftproduksjon, og ii) reduserte CO2 utslipp. Som angitt ovenfor er norsk kraftforsyning

pr. i dag nærmest CO2 fri, men i det følgende ser vi bort i fra dette og fokuserer på det prinsipielle, dvs. betrakter en økonomi med CO2 utslipp fra kraftproduksjonen.

Anta at læringseffekten utelukkende finner sted i noen typer fornybar kraftproduksjon, for eksempel bare for vindkraft. Anta videre at vi kjenner den optimale subsidien på vindkraftproduksjonen som vil realisere målet i) ovenfor. Hvis vi innfører pliktige elsertifikater med en kjøpspliktandel som akkurat gir den optimale subsidien for vindkraftprodusentene, følger det fra kravet om provenynøytralitet en bestemt skatt som skal pålegges kraftprodusentene som slipper ut CO2.⁹ Det vil imidlertid være slump om denne skatten er den optimale, dvs. akkurat så høy at målet ii) oppnås. Dessuten er skatten den samme pr. enhet energi, mens kostnadseffektivitet krever at skatten er den samme pr. enhet CO2 ekvivalent, se ovenfor.

Kravet om provenynøytralitet forhindrer at pliktige elsertifikater kan realisere to mål kostnadseffektivt. Alternativet til å bruke elsertifikater blir da å pålegge optimal subsidie og optimal skatt. Dette er prinsipielt kurant, så sant ikke det offentlige har et krav om provenynøytralitet, eller provenyet fra skatten er mindre enn samlet subsidiebeløp. I det siste tilfellet må underskuddet finansieres med ordinære skatteinntekter, som gir et allokeringstap. Hvis den samfunnsøkonomiske kostnaden ved å avvike fra den optimale subsidien og/eller den optimale skatten er små, mens allokeringstapet ved innkreving av skatter er stort, kan pliktige elsertifikater være et relativt gunstig virkemiddel. Generelt kan imidlertid pliktige elsertifikater ikke gjøre det bedre enn en optimal kombinasjon av en subsidie og en skatt.

⁹ Vi tenker oss at produsenter som verken slipper ut CO2, eller som har læringseffekter, ikke deltar i sertifikatordningen.

3 Fornybar kraftproduksjon

EU vedtok for noen år siden fornybardirektivet, der det angis indikative mål for fornybar kraftproduksjon i 2010. I fornybardirektivet er målsettingen angitt som forholdet mellom fornybar kraftproduksjon og et lands konsum. De fleste landene i EU har indikative mål mellom 5 og 30 prosent, mens for EU samlet er målet 22 prosent. I direktivet omfatter fornybar kraft all elektrisitetsproduksjon - både fra nye og gamle verk, store og små verk - som er basert på utnyttelse av vann, biomasse, biogasser, vind, sol, jordvarme og bølger. Norge har valgt å slutte seg til direktivet. Det norske tentative målet for 2010 er 90 prosent, som er lavere enn dagens forhold mellom fornybar kraftproduksjon og konsum.

Hva er begrunnelsen for å ha en målsetting om fornybar kraft? I EUs fornybardirektiv heter det at fornybar kraftproduksjon "contributes to environmental protection and sustainable development. In addition this can also create local employment, have a positive impact on social cohesion, contribute to security of supply and make it possible to meet Kyoto targets more quickly." Noen av begrunnelsene er veldig generelle (f.eks. bidra til bærekraftig utvikling), andre har vi kommentert ovenfor (Kyoto, forsyningssikkerhet). Den eneste gjenværende begrunnelsen er lokal sysselsetting, men i henhold til standard samfunnsøkonomisk analyse er bruk av arbeidskraft en kostnad - ikke en gevinst - siden alle ressurser, også arbeidskraft, har en alternativ anvendelse, og dermed en alternativkostnad.

Hvis et land har overordnede mål av typen "sustainable development" og "social cohesion", samt sekundærmål knyttet til utslippsbegrensninger og forsyningssikkerhet, er det vanskelig å argumentere for at fornybar kraftproduksjon skal være et eget mål; de samfunnsmessig positive bidragene knyttet til fornybar kraftproduksjon er allerede fanget opp av andre målsettinger. Hvis motsatt et land ikke tidligere har angitt alle de ovennevnte målene, oppnås høyere presisjon i beskrivelsen av myndighetenes ønsker ved å føre opp disse målene fremfor å innføre en målsetting om fornybar kraftproduksjon.

Diskusjonen ovenfor tilsier at det er vanskelig å finne en god begrunnelse for en målsetting om fornybar kraftproduksjon. Anta likevel at myndighetene har en målsetting om fornybar kraftproduksjon. La oss først anta at målsettingen er angitt som et bestemt nivå på fornybar kraftproduksjon (for eksempel antall TWh pr. år). Dette målet kan realiseres kostnadseffektivt ved å subsidiere fornybar kraftproduksjon. Subsidien kan enten legges på løpende produksjon av fornybar kraft, eller på investeringer i kapasitet for fornybar kraftproduksjon. Det er ikke kostnadseffektivt å subsidiere alle typer kraftproduksjon. Da blir omfanget av samlet kraftproduksjon for stort sammenliknet med det samfunnsøkonomisk optimale. Videre er det ikke kostnadseffektivt å benytte pliktige elsertifikater. Rett nok innebærer bruk av pliktige elsertifikater at fornybar kraftproduksjon subsidieres, men samtidig skattlegges ikke-fornybar kraftproduksjon. Dermed blir samlet kraftproduksjon for lav sammenliknet med det samfunnsøkonomisk optimale.

Anta så at det offentlige har en målsetting om at fornybar kraftproduksjon skal utgjøre en bestemt andel av samlet kraftproduksjon, og at initialtilstanden er kjennetegnet ved at den faktiske andelen er lavere enn den ønskede. For å nå målsettingen om en bestemt andel fornybar kraft er det kostnadseffektivt dels å øke fornybar kraftproduksjon, og dels å redusere ikke-fornybar kraftproduksjon. Dette kan oppnås ved å subsidiere fornybar produksjon, samt skattlegge ikke-fornybar produksjon, dvs. målet kan realiseres med pliktige elsertifikater. Hvis en alternativt bare subsidierer fornybar kraftproduksjon, oppnås målet, men omfanget av fornybar kraft blir for høyt (sammenliknet med det samfunnsøkonomisk optimale). Hvis en motsatt bare skattlegger ikke-fornybar kraftproduksjon, oppnås målet, men omfanget av fornybar kraft blir for lavt (sammenliknet med det samfunnsøkonomisk optimale).

Diskusjonen ovenfor er basert på at inndelingen mellom grønn og brun kraft svarer til distinksjonen mellom fornybar og ikke-fornybar kraftproduksjon. Vi minner om at den tiltenkte definisjonen av grønn kraft i et eventuelt felles norsk-svensk sertifikatmarked avviker fra EUs definisjon av fornybar kraft. Hvis en derfor benytter den tiltenkte definisjonen av grønn kraft (nye miljøvennlige kraftverk) til å realisere EUs mål om

fornybar kraftproduksjon (ny og eksisterende miljøvennlige kraftverk), oppnås ikke EUs målsetting kostnadseffektivt.

4 Pliktige elsertifikater og usikkerhet

Så langt har vi resonnert som om det ikke er noen usikkerhet knyttet til prisen på elsertifikater. Dette er åpenbart ikke tilfelle i virkeligheten. Prisen på elsertifikater vil som vi har sett avhenge av egenskapene til etterspørselsfunksjonen for elektrisitet og tilbudsfunksjonene for både fornybar og ikke-fornybar kraft. I tillegg vil sertifikatprisen avhenge av en viktig politisk parameter, nemlig kjøpspliktandelen, dvs. hvor mange sertifikater som konsumentene må kjøpe hver gang de kjøper én enhet kraft. Endelig vil virkningene av å subsidiere grønn kraft avhenge av hvor lenge sertifikatordningen gjøres gjeldende av politikerne. Prisen på elsertifikater vil derfor være usikker både pga. markedsmessige og politiske forhold. Merk at en usikker sertifikatpris ikke endrer konklusjonene i kapittel 2 om effektivitetsegenskapene til pliktige elsertifikater.

For å analysere betydningen av at prisen på elsertifikater er usikker, er det nyttig å sammenligne tre alternative måter å subsidiere fornybar kraft på:

- a) Investeringsubsidie uten usikkerhet.
- b) Produksjonssubsidie uten usikkerhet knyttet til subsidiesatsen (f.eks. ved at subsidieringen er gitt gjennom en juridisk bindende avtale).
- c) Subsidiering gjennom elsertifikater med usikker sertifikatpris.

Bortsett fra tidsaspektet er virkningene av (a) og (b) identiske hvis produksjonen følger entydig fra investeringen: Med samme nåverdi av subsidiebeløpet vil både investeringen og produksjonen være like stor i disse to tilfellene. Hvis derimot produsenten - for gitt investering - kan påvirke produksjonen gjennom valg av variable innsatsfaktorer (dette er for eksempel tilfelle for biokraft), blir produksjonen forskjellig i (a) og (b). De to subsidieformene kan også ha ulik virkning hvis produksjonen - for gitt investering - er eksogen, men stokastisk. Et eksempel på det siste er vindkraft, hvor produksjonen for en enkelt dag avhenger sterkt av vinden. Over en lengre periode er imidlertid denne usikkerheten av forholdsvis liten betydning.

For de fleste tilfeller vil trolig forskjellen mellom (a) og (b) være liten. Vi skal derfor begrense vår drøfting til en sammenligning av (b) og (c). Mer presist skal vi stille følgende spørsmål: *Hvilken av subsidieformene (b) og (c) gir størst produksjon av fornybar kraft for samme forventede subsidiebeløp?*

Vi ser først bort fra usikkerhet i selve elektrisitetsprisen. Den eneste usikkerheten for produsentene av fornybar kraft er sertifikatprisen. Vi ser først på tilfellet hvor produsentene er *risikonøytrale*. Dersom produksjonen følger entydig for en gitt investering, spiller det ingen rolle for en risikonøytral produsent om subsidiesatsen er sikker (b) eller usikker (c). I dette tilfellet blir derfor produksjonen av fornybar kraft lik under subsidieformene (b) og (c), gitt at forventet subsidiebeløp er det samme i de to tilfellene.

Dersom produksjonen kan påvirkes av produsenten for en gitt investering, vil det normalt være forskjell mellom (b) og (c) selv om produsenten er risikonøytral. For dette tilfellet vil produsenten velge høyere produksjon når sertifikatprisen er høy enn hvis den er lav. For gitt forventet subsidiesats (kr. pr enhet) vil, under rimelige forutsetninger (se appendiks 1), forventet overskudd være større under usikkerhet enn under sikkerhet. Dette innebærer at for samme forventede subsidiesats er investeringen i kapasitet for fornybar elektrisitetsproduksjon større under usikkerhet enn under sikkerhet (se (26) i appendiks 3). På den annen side vil produksjonen typisk være mer prisfølsom for lave priser enn for høye priser, noe som trekker i retning av at forventet produksjon er lavere under usikkerhet enn under sikkerhet (se appendiks 1). For samme subsidiesats er det derfor ikke opplagt under hvilket tilfelle (forventet) produksjon er høyest, og det er derfor ubestemt om samlet subsidiebeløp (samme subsidiesats multiplisert med produsert mengde) er større under usikkerhet enn under sikkerhet. Hvis subsidiesatsene justeres slik at samlet forventet subsidiebeløp er likt i de to tilfellene, vet vi likevel ikke om forventet produksjon av fornybar kraft er størst i tilfelle (b) eller (c).

Til nå har vi antatt at produsentene er risikonøytrale. Det er trolig mer realistisk å anta at produsentene har *risikoaversjon*. I forhold til risikonøytralitet er dette ekvivalent med at produsentene oppjusterer sannsynlighetene for de dårlige utfallene og nedjusterer sannsynlighetene for de gode utfallene. For gitt pris på kraften er de gode (dårlige) utfallene de som gir høy (lav) sertifikatpris. Siden investeringen, og dermed produksjonen, er høyere jo høyere den (forventede) sertifikatprisen er, følger det at risikoaversjon trekker i retning av lavere produksjon av fornybar elektrisitet enn i tilfellet med risikonøytralitet. Kombinert med drøftingen over følger det derfor at for tilfellet hvor produksjonen er gitt for en gitt investering, og produsenten er risikoavers, er produksjonen lavere med subsidieform (c) enn med (b); se (20) i appendiks 3 for detaljer. Eller sagt på en annen måte: For å oppnå samme produksjon, må subsidiebeløpet være størst under usikkerhet.

Også for tilfellet hvor produsentene kan påvirke produksjonen etter at investeringen er foretatt, trekker risikoaversjon i retning av lavere investering, og dermed lavere produksjon enn tilfellet med risikonøytralitet. Sammen med vårt tidligere resonnement følger det at virkningen av usikkerhet på både investering og produksjon er ubestemt under risikoaversjon. Hvorvidt forventet produksjon er størst i tilfelle b) eller c) avhenger bl.a. av graden av risikoaversjon.

Vi avslutter dette avsnittet med kort å drøfte tilfellet hvor både sertifikatprisen og elektrisitetsprisen er usikre.¹⁰ Dette synes å være rimelig da begge prisene avhenger av faktorer som det er knyttet usikkerhet til. Disse faktorene kan imidlertid påvirke de to prisene på ulike måter. Noen faktorer kan bidra til at sertifikatprisen er høy når elektrisitetsprisen er høy, mens andre faktorer kan påvirke de to prisene i motsatt retning. I kapittel 1 viste vi at et skifte i både tilbudsfunksjonen for grønne og brune endrer prisen på kraft og prisen på sertifikater i hver sin retning. Videre kan skifte i etterspørselen og i kjøpspliktsandelen også lede til at de to markedsprisene endres i hver sin retning. Hvis imidlertid kjøpspliktsandelen a er stor initialt, vil økt etterspørsel heve både kraftprisen og

¹⁰ Vi får helt tilsvarende konklusjoner dersom vi i tillegg til usikkerhet i sertifikatprisen har usikkerhet i produsert kvantum for en gitt investering.

sertifikatprisen. Motsatt vil økt etterspørsel gi negativ korrelasjon mellom de to prisene hvis kjøpspliktandelen er liten initialt.

Dersom usikkerheten i de bakenforliggende faktorene alt i alt er slik at sertifikatprisen og elektrisitetsprisen er positivt korrelert, forsterkes de ovenfor nevnte virkningene av usikker sertifikatpris. Spesielt vil virkningen av risikoaversjon bli sterkere, og dermed forsterke tendensen til at en oppnår mindre produksjon av fornybar elektrisitet under subsidieform (c) enn (b). Motsatt hvis usikkerheten i de bakenforliggende faktorene alt i alt er slik at sertifikatprisen og elektrisitetsprisen er negativt korrelert. Spesielt interessant er det tilfellet hvor summen av elektrisitetsprisen og sertifikatprisen er lavere jo høyere sertifikatprisen er (som kan forekomme ved et skifte i etterspørselen når kjøpspliktandelen a er liten initialt). Da vil virkningen av risikoaversjon være det motsatte av det som er diskutert over, siden de dårlige (gode) utfallene for produsenten i dette tilfellet er utfallene hvor sertifikatprisen er høy (lav).

5 Pliktige elsertifikater i flere land

Diskusjonen i de foregående kapitlene har ikke eksplisitt tatt opp at flere land kan delta i en ordning med pliktige elsertifikater. I dette kapitlet skal vi drøfte to problemstillinger der vi mer eksplisitt tar hensyn til at ordningen med pliktige elsertifikater benyttes i flere land. Først skal vi – innenfor en numerisk modell – drøfte virkninger på bl.a. priser og kraftutbygging av at flere land slutter seg til ordningen med pliktige elsertifikater. Deretter gir vi noen teoretisk baserte kommentarer til hvordan innføring av pliktige elsertifikater virker hvis ordningen innføres i tillegg til et kvotemarked.

5.1 Flere land – numeriske illustrasjoner

For å få en pekepinn på betydningen av at flere land deltar i ordningen med pliktige elsertifikater, har vi gjennomført kjøring med simuleringsmodellen LIBEMOD, som er utviklet i et samarbeidsprosjekt mellom SSB og Frischsenteret. Modellen legger til grunn at gass- og kraftmarkedene i Vest-Europa blir liberalisert. Modellen omfatter alle vest-europeiske land. Generelt produserer, handler og konsumerer hvert land olje, gass, (tre typer) kull og kraft. I hvert land fins det (med visse unntak) en rekke kraftteknologier til disposisjon, f.eks. gasskraft, kullkraft, vannkraft og vindkraft. Effektiviteten til kraftverkene varierer på tvers av land, teknologier og verk. Energi blir etterspurt av sluttbrukere, samt kraftprodusenter som bruker fossile brensler. I modellen bestemmes investeringene i energisektoren (økt produksjonskapasitet for kraft og økt transmisjonskapasitet for kraft og gass) ut fra lønnsomhetsforhold. Generelt beregner LIBEMOD energipriser og -kvanta i Vest-Europa på et detaljert nivå.

Vi har benyttet en versjon av LIBEMOD med modellbestemt produksjonen av fornybar kraft (vindkraft og biokraft) på lang sikt. Vi finner først likevekten for 2000. Så innfører vi pliktige elsertifikater. Vi analyserer hvordan likevekten avhenger av

- i) hvilke teknologier som defineres som grønne og brune
- ii) hvilke land som deltar i ordningen med grønne sertifikater
- iii) størrelsen på kjøpspliktandelen.

Vi har i hovedsak fulgt inndelingen mellom ”grønne” og ”brune” teknologier som benyttes i det svenske sertifikatmarkedet, og som trolig vil bli benyttet i et eventuelt felles norsk-svensk sertifikatmarked. I vår modell omfatter grønne teknologier ny vindkraft, ny vannkraft og ny biokraft. Alle andre teknologier er definert som brune.

Vi ser på tre tilfeller mht. hvilke land som deltar i ordningen med grønne sertifikater:

- a) Norge og Sverige har hvert sitt nasjonale marked
- b) Norge og Sverige har felles sertifikatmarked
- c) Alle land i Vest-Europa deltar i et felles marked for grønne sertifikater.

For kjøpspliktandelen ser vi på tre tilfeller: 5%, 10% og 20%.

Vi presiserer at det er forskjell mellom vår definisjon av grønn kraft og EUs definisjon av fornybar kraft, som er lagt til grunn i EUs fornybarhetsdirektiv; EU tar sikte på at fornybar kraftproduksjon skal dekke 22 % av kraftkonsumet. Denne målsettingen vil klart bli oppfylt i vår modell med en kjøpspliktandel på 10 % (når alle land i Vest-Europa deltar i et felles marked for grønne sertifikater), men blir ikke oppfylt med en kjøpspliktandel på 5 %.

Vi har benyttet langtidsversjonen av LIBEMOD til å finne virkninger av å innføre grønne sertifikater. Våre hovedresultater er som følger:

1. Økt kjøpspliktandel hever sertifikatprisen. Videre gir økt kjøpspliktandel redusert produsentpris for de brune (markedsprisen på kraft fratrukket kostnader til kjøp av sertifikater), men hever produsentpris for de grønne (summen av markedsprisen på kraft og sertifikatprisen). Produksjonen av brun (grønn) kraft faller (øker) derfor når kjøpspliktandelen heves. Dette gjelder for alle alternativene a), b) og c) mht. hvilke land som deltar i ordningen. Mens den numeriske modellen gir oss entydige virkninger av økt kjøpspliktandel, er det i det generelle tilfellet ikke en

entydig sammenheng mellom for eksempel sertifikatprisen og økt kjøpspliktandel, se tabell 1.

2. Med separat marked i Norge og Sverige (og samme kjøpspliktandel) er sertifikatprisen høyest i Sverige. Med felles marked for Norge og Sverige ligger den felles sertifikatprisen nødvendigvis mellom den norske og den svenske sertifikatprisen. Hvorvidt sertifikatprisen i et felles norsk-svensk marked er høyere enn sertifikatprisen i et felles vest-europeisk marked (med samme kjøpspliktandel), avhenger av størrelsen på kjøpspliktandelen.
3. Med 5 % kjøpspliktandel er det lønnsomt med investeringer i vindkraft i Norge bare dersom Norge og Sverige har felles sertifikatmarked. I de øvrige tilfellene (separate markeder i Norge og Sverige, felles vest-europeisk marked) er det ikke lønnsomt med ny vindkraft i Norge. Med 10 % kjøpspliktandel er det lønnsomt med investeringer i vindkraft i Norge i alle de tre tilfellene a), b) og c). Produksjonen av vindkraft varierer fra noe under 10 TWh (separat marked i Norge) til noe over 20 TWh (felles vest-europeisk marked).
4. Mens grønne kraftprodusenter mottar sertifikatinntekt, betaler brune produsenter for kjøp av sertifikater. I et rent nasjonalt sertifikatmarked må nettoverdien av sertifikatene være null. Derimot har Norge alltid positiv nettoverdi av sertifikatene hvis vi deltar i et felles marked med Sverige eller i et felles vest-europeisk marked.
5. Til tross for at Norge alltid har positiv nettoverdi av sertifikatene ved deltakelse i et felles marked, er velferdseffekten av å innføre grønne sertifikater – summen av endring i produsentoverskudd, konsumentoverskudd og statens provenyinntekter - alltid negativ for Norge (før korrigering for eksterne effekter, for eksempel lavere utslipp av CO₂). Med 10 % kjøpspliktandel er velferdstapet i Norge ca. 1 milliard kroner både med felles marked med Sverige og med felles vest-europeisk marked

(Nettoverdien av sertifikatene, som inngår i velferds målet, er i begge tilfellene større enn 1 milliard kroner).

6. Hvis definisjonen av brun kraft endres slik at eksisterende vannkraftverk, vindkraftverk og biokraftverk slipper å kjøpe sertifikater (disse kraftverkene utgjør en tredje ”nøytral” gruppe), vil nettoverdien av norske sertifikater øke så mye at netto velferdseffekt av å innføre grønne sertifikater er positiv for Norge.

5.2 Klimakvoter

Anta at alle landene i EU overholder sine Kyotoforpliktelser, og at klimapolitikken i EU utformes slik at allokeringen av klimagassutslipp mellom sektorer og land blir noenlunde kostnadseffektiv. Hva er da virkningene av at EU (hypotetisk) innfører et system med pliktige elsertifikater?

Et sertifikatsystem vil vri kraftproduksjonen vekk fra kraftverk basert på fossile brensler (kull, olje og gass) og over mot fornybar kraft siden ordningen implisitt innebærer en subsidiering av fornybar kraftproduksjon, kombinert med skattlegging av fossilbasert kraftproduksjon. Siden kraftverk omfattes av EUs kvotesystem, reduseres markedsprisen på CO₂-kvotene. Summen av CO₂-utslippene fra den delen av økonomien som omfattes av kvotesystemet er imidlertid gitt (følger fra antall utdelte kvoter). Den reduserte kvoteprisen har likevel to viktige vridningseffekter innenfor denne delen av økonomien: For det første vil lavere kvotepris svekke incentivene til reduserte CO₂-utslipp i den ikke-kraftproduserende delen av økonomien som er omfattet av kvotesystemet. Dermed stiger CO₂-utslippene i denne sektoren, noe som medfører at CO₂-utslippene faller i kraftsektoren. For det andre vil lavere kvotepris redusere incentivene til omlegginger innenfor den fossilbaserte (”brune”) delen av kraftsektoren, en vil altså få relativt mer kullkraft og relativt mindre gasskraft.

Den samlede virkningen av at det innføres et system med pliktige elsertifikater på toppen av EUs kvotesystem for CO₂-utslipp blir dermed som følger:

- Samlet mengde utslipp i EU (inklusive Norge og eventuelle andre land som kobles opp mot EUs kvotesystem) blir ikke påvirket.
- Fordelingen av utslipp mellom den delen av økonomien som omfattes av EUs kvotesystem og resten av økonomien blir ikke påvirket.
- Det blir lavere samlede CO₂-utslipp fra kraftsektoren, og dermed høyere CO₂-utslipp fra den ikke-kraftproduserende delen av økonomien som er omfattet av kvotesystemet.
- Sammensetningen av kraftsektoren bli påvirket i retning av at det blir mer fornybar kraftproduksjon og mindre kraft basert på fossile brensler. Innenfor sistnevnte del av kraftsektoren blir det en forskyvning i retning av relativt mer kullkraft og relativt mindre gasskraft.

Diskusjonen ovenfor illustrerer at hvis en initialt har et (relativt) effektivt virkemiddel (i vårt tilfelle omsettbare klimakvoter), reduseres systemets effektivitet ved å innføre et ineffektivt virkemiddel som skal supplere det effektive virkemiddelet.

De samlede klimagassutslippene fra Kyotoområdet er bestemt av Kyotoavtalen for perioden 2008-2012. Det er ikke vedtatt hva utslippsforpliktelsene blir i en eventuell forlengelse av Kyotoavtalen. Men det er grunn til å tro at alle land vil være mer villig til å påta seg ambisiøse utslippsreduksjoner jo lavere kostnadene er ved å gjennomføre utslippsreduksjoner. Nivået på disse kostnadene avhenger bl.a. av utviklingen i ny teknologi. Det er begrenset hva økonomer vet om teknologiutvikling, men de fleste vil være enige i at en gunstig utvikling av teknologien (dvs. i retning av produksjonsmetoder med lavere klimagassutslipp) er mer sannsynlig jo mer bedriftene har å tjene på ny teknologi av denne typen. Prisen bedriftene må betale for sine klimagassutslipp er derfor et viktig incentiv til å utvikle ny teknologi. Resonnementet ovenfor viser at innføringen av pliktige elsertifikater kan bidra til å redusere prisen som bedriftene må betale for CO₂-utslipp. Dette svekker incentivene til å utvikle ny teknologi. En kan derfor ikke utelukke

at innføring av pliktige elsertifikater gir en mindre ambisiøs klimaavtale etter 2012 enn en ville ha fått uten slike sertifikater. Selv om fortegnet på denne effekten virker rimelig, er det imidlertid mange faktorer som bestemmer hvor ambisiøs en fremtidig klimaavtale blir. Trolig er betydningen av pliktige elsertifikater relativ beskjeden.

6 Finansiering av fornybar kraftproduksjon

Vi har tidligere argumentert for at det er vanskelig å se hvorfor en skulle ha et mål knyttet til omfanget av fornybar kraft. Dersom en likevel har et slikt mål, er det fornuftig med en eller annen form for tilskuddsordning til slik kraftproduksjon. Et spørsmål som da reiser seg er hvordan en slik offentlig tilskuddsordning skal finansieres.

Som vist tidligere innebærer pliktige elsertifikater at støtten til fornybar kraft fullt ut finansieres gjennom en avgift på samlet bruk av kraft. En slik finansiering er imidlertid ikke i samsvar med samfunnsøkonomiske prinsipper for hvordan støtteordningen bør finansieres: I et samfunnsøkonomisk perspektiv bør støtteordningen for fornybar kraft betraktes på lik linje med alle andre offentlige utgifter. Finansieringen av støtteordningen bør derfor ses på som en del av statens generelle provenybehov.

Statens utgifter finansieres gjennom en rekke skatter og avgifter. Den generelle utformingen av skatter og avgifter bør i prinsippet gjøres ut fra en helhetsbetraktning hvor både effektivitetshensyn og fordelingshensyn tillegges vekt. I hvilken grad en elektrisitetsavgift bør være med i en optimal utformet skatte- og avgiftspakke er et spørsmål som ligger utenfor denne utredningen. Hvis en mener det er fornuftig at elektrisitetsavgiften inngår i skatte- og avgiftspakken, så kan en ikke utelukke at denne avgiften bør være større jo høyere det generelle skatte- og avgiftsnivået er. Men det er vanskelig å se noen grunn til at størrelsen på en eventuell elektrisitetsavgift skulle avhenge av *sammensetningen* av statens utgifter. Fra dette følger at størrelsen på en eventuell elektrisitetsavgift ikke bør avhenge av om en gir støtte til fornybar kraftproduksjon eller ikke (utover det at en slik støtte gir litt høyere samlet provenybehov). Selv om en av en eller annen grunn skulle ha et mål knyttet til omfanget av fornybar kraft, er det derfor vanskelig å se at pliktige elsertifikater er et fornuftig virkemiddel.

Appendiks 1 Alternative ordninger for pliktige elsertifikater

I teksten har vi gjort rede for tilfellet der konsumentene har kjøpsplikt, dvs. for hver enhet kraft som konsumentene kjøper må de i tillegg kjøpe a enheter sertifikater. Denne ordningen kan fremstilles som likevektsbetingelser for hhv. kraftmarkedet og sertifikatmarkedet:

$$(4) \quad x(p+s) + y(p) = e(p+as)$$

$$(5) \quad x(p+s) = ae(p+as)$$

Anta nå at de brune har kjøpsplikt. La b være antall enheter sertifikater som de brune må kjøpe for hver enhet kraft de selger. De brunes produsentpris er da $p-bs$, mens konsumentprisen er p (ingen kjøpsplikt for konsumentene). De grønne har fremdeles rett til å selge ett sertifikat for hver enhet kraft de selger, dvs. de grønnes produsentpris er fremdeles $p+s$. Likevektsbetingelsen for kraftmarkedet blir nå

$$(6) \quad x(p+s) + y(p-bs) = e(p)$$

Som tidligere er de grønne tilbydere av sertifikater. Imidlertid etterspørres nå sertifikater av de brune. Siden b angir antall enheter sertifikater som de brune må kjøpe for hver enhet kraft de selger, er etterspørselen etter sertifikater gitt ved $by(p-bs)$. Klarering av sertifikatmarkedet er derfor bestemt ved

$$(7) \quad x(p+s) = by(p-bs)$$

Relasjonene (6) og (7) fastlegger prisene på kraft og sertifikater, gitt kjøpspliktsandelen b .

Kjøpspliktandeler

Vi ser fra (4) og (5) ser at kjøpspliktsandelen a er lik forholdet mellom grønn kraft og samlet kraftproduksjon

$$(8) \quad a = \frac{x}{x+y}$$

Videre ser vi fra (7) at b er lik forholdet mellom grønn og brun kraft

$$(9) \quad b = \frac{x}{y}$$

Fra (8) og (9) finner vi en bestemt sammenheng mellom andelene a og b :

$$(10) \quad a = \frac{b}{1+b} \Leftrightarrow b = \frac{a}{1-a}$$

Med kjøpsplikt for brune kan myndighetene sette variabelen b direkte. Dette vil gi ett bestemt forhold mellom grønn produksjon og samlet kraftproduksjon (a). Motsatt kan myndighetene sette a direkte, men de må da regne ut verdien for b som skal pålegges de brune. Myndighetene kan ikke sette a og b uavhengig av hverandre.

Ekvivalente systemer

Vi skal nå vise at for samme verdi på a , er de to systemene ekvivalente, dvs. produsentprisen for både grønne og brune produsenter er de samme i de to systemene, og videre at konsumentprisen er den samme i de to systemene. La toppskrift I og II angi likevektsverdiene med hhv. konsumentkjøpsplikt og brun kjøpsplikt. Anta at produsentprisen for de grønne er like i de to systemene ($p^I + s^I = p^{II} + s^{II}$). Hvis i tillegg konsumentprisene er like ($p^I + as^I = p^{II}$), krever dette at

$$(11) \quad s^{II} = s^I(1-a)$$

Hvis videre produsentprisen for de brune er like i de to systemene ($p^I = p^{II} - bs^{II}$), krever dette sammen med like produsentpriser for de grønne at

$$(12) \quad s^{II} = \frac{s^I}{1+b}$$

Relasjonene (11) og (12) impliserer at følgende likhet må være oppfylt:

$$(13) \quad 1 - a = \frac{1}{1+b}$$

Ved å sette inn for a fra (10), ser vi at venstresiden av (13) også blir lik $\frac{1}{1+b}$. Dermed har vi vist ekvivalensen mellom de to ordningene.

De observerte markedsprisene er imidlertid ikke like i de to systemene. Fra (11) har vi at $s^{II} = s^I(1-a) < s^I$, dvs. sertifikatprisen er høyest med konsumentkjøpsplikt. Siden produsentprisen for de grønne, som er lik summen av kraftprisen og sertifikatprisen, er den samme i de to ordningene, følger det at kraftprisen er høyest med brun kjøpsplikt.¹¹ Det følger fra (10) at $a > b$. Dette betyr at når det er kjøpsplikt for konsumentene, må disse aktørene kjøpe flere sertifikater pr. enhet kraft enn det de brune må kjøpe når denne gruppen har kjøpsplikt. Jo høyere kjøpspliktandel, jo mer presses prisen på sertifikater opp. Derfor er sertifikatprisen høyest med konsumentkjøpsplikt.

Som forklart ovenfor er markedsprisene forskjellige i de to ordningene, men dette spiller ingen rolle en lukket økonomi (ingen handel med utlandet). Det viktige er at kilen (differensen) mellom de grønnes produsentpris og konsumentprisen er den samme i de to ordningene. La I og II betegne likevekten med hhv. konsumentkjøpsplikt og brun kjøpsplikt. Med konsumentkjøpsplikt er kilen $(p^I + s^I) - (p^I + as^I) = (1-a)s^I = s^{II}$ der vi har brukt (12) og (13). Med brun kjøpsplikt er kilen nettopp $(p^{II} + s^{II}) - p^{II} = s^{II}$.

¹¹ Like produsentpriser for de grønne, samt bruk av (11), gir $p^I - p^{II} = s^{II} - s^I = -as^I < 0 \Leftrightarrow p^I < p^{II}$.

Skiftanalyse

La X , Y og E være additive skiftparametere for hhv. tilbudsfunksjonen for de grønne (x), tilbudsfunksjonen for de brune (y) og etterspørselsfunksjonen (e). Med skiftparametrene endres systemet (4) og (5) til

$$(14) \quad x(p+s) + X + y(p) + Y = e(p+as) + E$$

$$(15) \quad x(p+s) + X = a[e(p+as) + E]$$

Totaldifferensiering av (14) og (15) gir (initialt er $X = Y = E = 0$)

$$(16) \quad dp = \frac{[-x'e + e'(sx'(1-a) + ae)]da + [a(a-1)e']dX + [a^2e' - x']dY + [x'(1-a)]dE}{N}$$

$$(17) \quad ds = \frac{[e(x' + y') + e'(x' + y')as - e'(sx' + e)]da + [e'(1-a) - y']dX}{N} + \frac{[x' - ae']dY + [ay' - (1-a)x']dE}{N}$$

der $N = y'x' - e'(a^2y' + (a-1)^2x') > 0$.

Fra (16) og (17) følger

$$(18) \quad d(p+s) = \frac{[y'(e + ase') + e'e(a-1)]da + [e'(1-a)^2 - y']dX + [a(a-1)e']dY + [ay']dE}{N}$$

$$d(p+as) = dp + ads + sda =$$

(19)

$$\frac{[y'(sx' + ae) + ex'(a-1)]da + [-ay']dX + [(a-1)x']dY + [a^2y' + (1-a)^2x']dE}{N}$$

Tabell 1 i kapittel 2 følger fra (16), (17), (18) og (19).

Appendiks 2 EUs kvotesystem

I EU er det planlagt å bruke kvoter i deler av økonomien (kraftbransjen og deler av industrien) for å redusere CO₂-utslippene i perioden 2008-2012. Differensen mellom utslippstaket for landet - Kyotoavtalens tildeling korrigert for en intern omfordeling blant EU-landene - og tildelt kvotemengde gir ”restutslippstaket” for den delen av økonomien som ikke omfattes av kvotesystemet.¹² Hvert land må gjennom sin virkemiddelbruk (utenom kvotesystemet) sørge for at utslippene som ikke dekkes av kvotene blir regulert i samsvar med ”restutslippstaket”. For den delen av økonomien som omfattes av kvotesystemet, kan bedriftene handle med kvoter, også på tvers av EU-land.

Det er (minst) tre svakheter ved EUs kvotesystem. For det første omfattes ikke en stor del av hvert lands samlede klimagassutslipp av kvotesystemet. For disse utslippene fins det ingen mekanisme som sørger for kostnadseffektivitet; hvorvidt en får kostnadseffektivitet avhenger av hvilke virkemidler som blir brukt. Den andre svakheten er at det er ingen mekanisme som sikrer en kostnadseffektiv fordeling av utslippene mellom den delen av økonomien som er dekket av kvotesystemet og resten av økonomien. Hvorvidt denne fordelingen blir kostnadseffektiv avhenger av antall utdelte kvoter. Den tredje svakheten er at en stor del av kvotene planlegges tildelt gratis til bedriftene, og at bedriftene kan påvirke hvor mange gratiskvoter de får gjennom sine beslutninger. For eksempel vil en kraftprodusent som investerer i et nytt kraftanlegg i noen av EU-landene (for eksempel Tyskland) få tildelt flere kvoter hvis anlegget baseres på kull enn hvis det baseres på gass. Hvor stor feilallokering en får som følge av dette avhenger bl.a. av hvor stor andel gratiskvotene utgjør av den samlede kvotetildelingen.

¹² I tillegg kommer klimagassutslipp utenom CO₂ for den del av økonomien som omfattes av CO₂-kvotesystemet.

Appendiks 3 Usikre versus sikre subsidiesatser

Vi bruker notasjonen K , x og s for hhv. investert kapital, produksjon og subsidiesats. Toppskriftene b og c referer til de to tilfellene i teksten, dvs. b er tilfellet uten usikkerhet og c er tilfellet med usikkerhet. Vi antar at under usikkerhet fastlegges produksjonen etter at subsidiesatsen er observert, dvs. etter at usikkerheten er eliminert.

Ikke-justerbar produksjon

Vi ser først på tilfellet hvor produksjonen er gitt etter at investeringen er foretatt, slik at vi ikke trenger å skille mellom K og x . Som angitt i teksten er det ingen forskjell mellom produksjonen i tilfellene b og c hvis produsentene er risikonøytrale (gitt at forventet subsidiebeløp er det samme). Vi ser så på tilfellet der produsentene har risikoaversjon. I teksten har vi argumentert for at i dette tilfellet vil vi ha ulikheten

$$(20) \quad x^c < x^b \text{ hvis } Es^c \leq s^b$$

hvor E er forventningsoperatoren. Merk at i dette tilfellet er s^b , x^b og x^c ikke-stokastiske, mens s^c er stokastisk. Kravet om at samlet (forventet) subsidiebeløp i de to tilfellene skal være likt innebærer at

$$(21) \quad (Es^c)x^c = s^b x^b$$

(20) og (21) impliserer at $x^c < x^b$.¹³ For samme forventede subsidiebeløp må vi derfor ha $Es^c > s^b$. Hvis en ønsker lik produksjon i de to tilfellene, må derfor forventet subsidiesats være størst under usikkerhet.

¹³ Det følger fra (20) at dersom $x^c \geq x^b$ ville $Es^c > s^b$. Disse to ulikhetene ville gitt ">" i stedet for "=" i (21).

Justerbar produksjon

Vi ser så på tilfellet hvor produsenten er risikonøytral, men hvor produksjonen kan påvirkes av produsenten for en gitt investering. La $\pi(s, K)$ være bedriftens overskudd før kapitalkostnader er trukket fra, og la kostnaden per enhet kapital være r . Egenskapene til denne overskuddsfunksjonen er velkjent fra standard mikroteori: Den er voksende i begge argumentene og konveks i s , og den kryssderiverte π_{sK} er positiv. Vi antar at π er *strengt* konveks i s , ellers er vi tilbake i tilfellet hvor produksjonen følger entydig fra kapitalmengden. Vi antar også at vi har avtagende utbytte mhp. realkapitalen, noe som innebærer at π_{KK} er negativ. Når K er gitt og produsenten velger produksjonsvolumet x etter at s er observert, dvs. etter at usikkerheten er eliminert, er det overskuddsmaksimerende produksjonsvolumet gitt ved

$$(22) \quad x = \pi_s(s, K)$$

og dermed voksende i s og K .

Produsenten ønsker å velge kapasiteten K slik at $E\pi(s, K) - rK$ blir maksimert. For tilfellet (b) er det ingen usikkerhet, og optimal K er gitt ved

$$(23) \quad \pi_K(s^b, K^b) = r$$

For tilfelle (c) er optimal K gitt ved

$$(24) \quad E\pi_K(s^c, K^c) = r$$

Vi antok ovenfor at π er strengt konveks i s . Vi skal også anta at π_K er strengt konveks i s . Denne forutsetningen vil holde for de aller fleste rimelige spesifiseringer av den underliggende teknologien, selv om det finnes teknologier hvor π_K ikke er strengt konveks. Når π_K er strengt konveks følger det fra (24) at

$$(25) \quad r = E\pi_K(s^c, K^c) > \pi_K(Es^c, K^c)$$

Sammenligner vi dette med (23) ser vi at (siden $\pi_{KK} < 0$)

$$(26) \quad K^c > K^b \text{ hvis } Es^c = s^b$$

Dvs. samme forventede subsidiesats gir høyere investering i fornybar elektrisitet under usikkerhet enn under sikkerhet.

Når det gjelder produksjonen i de to tilfellene har vi at

$$(27) \quad x^b = \pi_s(s^b, K^b)$$

og

$$(28) \quad x^c = \pi_s(s^c, K^c)$$

Relasjon (28) angir produksjonen av grønn kraft for hvert utfall av sertifikatprisen (og den gitte kapitalmengden i grønn kraftproduksjon).

Det er rimelig å anta at produksjonen er mindre prisfølsom jo høyere prisen allerede er, dvs. $x_{ss}(s, K) = \pi_{sss}(s, K) < 0$. Dette betyr at $\pi_s(s, K)$ er strengt konkav i s . Da følger det fra (28) at

$$(29) \quad Ex^c = E\pi_s(s^c, K^c) < \pi_s(Es^c, K^c) = \pi_s(s^b, K^c) \text{ hvis } Es^c = s^b$$

Hvis likheten $K^c = K^b$ hadde vært gyldig, ville (27) og (29) til sammen gitt $Ex^c < x^b$.

Fra (26) vet vi imidlertid at $K^c > K^b$ når $Es^c = s^b$. Dette trekker isolert sett i retning av $Ex^c > x^b$. Vi vet derfor ikke fortegnet på $Ex^c - x^b$.

Når $Es^c = s^b$ er forskjellen mellom forventet samlet subsidiebeløp i de to tilfellene gitt ved

$$(30) \quad E(s^c x^c) - s^b x^b = (Es^c)(Ex^c) + \text{cov}(s^c, x^c) - s^b x^b = s^b \left[(Ex^c - x^b) + \frac{\text{cov}(s^c, x^c)}{s^b} \right]$$

Her er brøken inne i hakeparentesen positiv. Vi vet likevel ikke fortegnet på hele hakeparentesen, da vi ikke vet fortegnet på $Ex^c - x^b$. Hvis hakeparentesen er positiv må vi nedjustere subsidiesatsen for tilfelle (c) for at samlet forventet subsidiebeløp skal bli likt i de to tilfellene. Dette bidrar i så fall til å redusere Ex^c .

For tilfellet med justerbar produksjon og risikonøytralitet blir derfor våre konklusjoner som følger: For *lik subsidiesats* vil investeringen være større under usikkerhet enn under sikkerhet. Derimot kan vi ikke vite om forventet produksjon er større eller mindre under usikkerhet enn under sikkerhet. Vi vet heller ikke i hvilken retning subsidiesatsen må justeres under usikkerhet for at forventet subsidiebeløp skal bli likt med hva det er under sikkerhet. For *samme subsidiebeløp* vet vi derfor verken om investeringen eller forventet produksjon blir større eller mindre under usikkerhet enn under sikkerhet.

Publikasjoner fra Frischsenteret

Alle publikasjoner er tilgjengelig i Pdf-format på : www.frisch.uio.no

Rapporter

1/1999	Arbeidsledighet, arbeidsmarkedspolitikk og jobbsøking i Norge	Knut Røed, Hege Torp, Tom Erik Aabø
2/1999	Egenskaper ved tildelingsformer for nasjonale klimagasskvoter	Rolf Golombek, Michael Hoel, Snorre Kverndokk, Ove Wolfgang
3/1999	Regionale virkninger av økte elektrisitetspriser til kraftkrevende industri	Nils-Henrik M. von der Fehr, Trond Hjørungdal
4/1999	Bedriftsnedleggelse og klimakvoter i norsk industri	Rolf Golombek, Arvid Raknerud
5/1999	Utdanning og livsinntekt i Norge	Oddbjørn Raaum, Tom Erik Aabø, Thomas Karterud
1/2000	Hvem er de ledige? En økonometrisk analyse av arbeidsledighetens sammensetning i Norge på 1990-tallet	Morten Nordberg
2/2000	Effektivitet i pleie- og omsorgssektoren	Dag F. Edvardsen, Finn R. Førsund, Eline Aas
3/2000	Norge i liberalisert europeisk energimarked	Finn Roar Aune, Rolf Golombek, Knut Einar Rosendahl, Sverre A.C. Kittelsen
4/2000	Hvem vil og hvem får delta? Analyser av rekruttering og utvelgelse av deltakere til arbeidsmarkedstiltak i Norge på 1990-tallet	Knut Røed, Hege Torp, Irene Tuveng, Tao Zhang
5/2000	Deregulering av det vest-europeiske gassmarkedet - korttidseffekter	Rolf Golombek, Sverre A.C. Kittelsen, Ove Wolfgang
6/2000	Oversikt over litteratur om svart arbeid og skatteunndragelser	Erling Eide
7/2000	Arbeidstilbud i vedvarende gode tider	Christian Brinch
8/2000	Miljøreguleringer av norsk treforedlingsindustri	Rolf Golombek, Arent Greve, Ken Harris
1/2001	Analyse av inntektsfordeling og inntektsulikhet basert på registerdata. En kartlegging av muligheter og begrensninger	Remy Åserud

2/2001	Miljøvirkninger av norsk eksport av gass og gasskraft	Finn Roar Aune, Rolf Golombek, Sverre A.C. Kittelsen, Knut Einar Rosendahl
3/2001	De statlige høyskolene som produsenter: Ressursbruk og resultater 1994-1999	Dag Fjeld Edvardsen, Finn R. Førsum
4/2001	Ragnar Frisch's bibliography	Kåre Edvardsen
5/2001	Tidlig arbeidsledighet og marginalisering	Christer Af Geijerstad
1/2002	En studie av fattigdom basert på registerdata	Taryn Ann Galloway
2/2002	Utstøting fra arbeidsmarkedet og tiltaksapparatets rolle	Morten Nordberg, Knut Røed
3/2002	Svart arbeid fra 1980 til 2001	Tone Ognedal, Harald Goldstein, Wiljar G. Hansen, Steinar Strøm
4/2002	Yrkesdeltakelse, pensjoneringsatferd og økonomiske insentiver	Erik Hernæs, Knut Røed, Steinar Strøm
5/2002	Miljø og nytte-kostnadsanalyse. Noen prinsipelle vurderinger	Karine Nyborg
6/2002	Transboundary environmental problems and endogenous technological change. A survey with particular emphasize on the climate problem	Maria Chikalova
7/2002	Langsiktige samfunnsøkonomiske konsekvenser av kapasitetsproblemer i dekingen av kraftteterspørselen	Helge Dønnum, Rolf Golombek, Pål Føyn Jespersen, Snorre Kverndokk
1/2003	En enkel dynamisk modell for skatteunndragelse med normer og rasjonell adferd	Erling Eide
2/2003	Marginalkostnader i jernbanenettet	Øystein Børnes Daljord
3/2003	Økonomiske prinsipper for fastsettelse av priser for jernbaneinfrastruktur	Dag Morten Dalen, Nils-Henrik M. von der Fehr
4/2003	Utnyttelse av vannkraftmagasiner	Finn R. Førsum, Rolf Golombek, Michael Hoel, Sverre A.C. Kittelsen
1/2004	Causality and Selection in Labour Market Transitions. Dissertation for the Dr.Polit Degree	Tao Zhang
2/2004	Arbeidstilbud når svart arbeid er en mulighet	Tone Ognedal, Øystein Jørgensen, Steinar Strøm

3/2004	Er det lengden det kommer an på? – Hvordan arbeidslediges jobbmuligheter påvirkes av nivået på dagpengene og hvor lenge de har gått ledig	Øystein Jørgensen
4/2004	Pris- og avanseregulering for legemidler	Dag Morten Dalen, Steinar Strøm
5/2004	Statlig styring av prosjektledelse	Dag Morten Dalen, Ola Lædre, Christian Riis
6/2004	Veier inn i, rundt i, og ut av det norske trygde- og sosialhjelpssystemet	Elisabeth Fevang, Knut Røed, Lars Westlie, Tao Zhang
7/2004	Undersysselsatte i Norge: Hvem, hvorfor og hvor lenge?	Elisabeth Fevang, Knut Røed, Oddbjørn Raaum, Tao Zhang
8/2004	Realopsjoner og fleksibilitet i store offentlige investeringsprosjekter	Kjell Arne Brekke
9/2004	Markeder med svart arbeid	Erling Barth, Tone Ognedal
10/2004	Skatteunndragelse og arbeidstilbud. En empirisk analyse av arbeidstilbudet når svart arbeid er en mulighet	Kristine von Simson
1/2005	Pliktige elsertifikater	Rolf Golombek, Michael Hoel

Arbeidsnotater

1/1999	Kan markedskreftene temmes i lønnsdannelsen?	Colin Forthun
2/1999	Inntektseffekter av utdanning i Norge – en litteraturoversikt	Oddbjørn Raaum
1/2000	Empirical Specification of the Model in "Early Retirement and Economic Incentives"	Erik Hernæs, Steinar Strøm
2/2000	Forholdene på arbeidsmarkedet, økonomiske incentiver og risikoen for å bli yrkeshemmet	Christian L. Wold Eide
3/2000	Koordinering av inntektsoppgjørene i Norge og Sverige 1961-1999	Bergljot Bjørnson Barkbu
4/2000	Insentivvirkninger av skatte- og pensjonsregler	Fredrik Haugen
5/2000	Dynamisk arbeidstilbud	Merethe Nordling
1/2001	LIBEMOD – LIBeralisation MODEL for the European Energy Markets: A Technical Description	Finn Roar Aune, Rolf Golombek, Sverre A.C. Kittelsen, Ove Wolfgang
1/2002	Forklaringer på forskjeller i effektivitet	Finn R. Førsum, Dag Fjeld

		Edvardsen
2/2002	Implisitte skattesatser i pensjonssystemet	Guro Engstrøm Nilsen
1/2003	AFP and OP data construction techniques	Fedor Iskhakov, Maria Kalvaraskaia
1/2004	Samtidig bruk av Trygdeetaten, Arbeidsmarkedsetaten og Sosialtjenesten	Morten Nordberg, Lars Westlie
2/2004	Arbeidsledighet og svart arbeid. En empirisk analyse 1980 – 2003	Øyvind Johan Dahl

Memoranda

Serien publiseres av Sosialøkonomisk institutt, Universitetet i Oslo, i samarbeid med Frischsenteret. Listen under omfatter kun memoranda tilknyttet prosjekter på Frischsenteret. En komplett oversikt over memoranda finnes på www.sv.uio.no/sosoek/memo/.

3/1999	The Economics of Screening Programs	Steinar Strøm
7/1999	What hides behind the rate of unemployment? Micro evidence from Norway	Knut Røed, Tao Zhang
9/1999	Monte Carlo Simulations of DEA Efficiency Measures and Hypothesis Tests	Sverre A.C. Kittelsen
11/1999	Efficiency and Productivity of Norwegian Colleges	Finn R. Førsund, Kjell Ove Kalhagen
13/1999	Do subsidies to commercial R&D reduce market failures? Microeconomic evaluation studies	Tor Jakob Klette, Jarle Møen, Zvi Griliches
14/1999	Unemployment Duration in a Non-Stationary Macroeconomic Environment	Knut Røed, Tao Zhang
16/1999	The effect of schooling on earnings: The role of family background studied by a large sample of Norwegian twins	Oddbjørn Raaum, Tom Erik Aabø
17/1999	Early Retirement and Economic Incentives	Erik Hernæs, Marte Sollie, Steinar Strøm
18/1999	Fewer in Number but Harder to Employ: Incidence and Duration of Unemployment in an Economic Upswing	Erik Hernæs
19/1999	Progressiv Taxes and the Labour Market	Knut Røed, Steinar Strøm
22/1999	Inequality, Social Insurance and Redistribution	Karl Ove Moene, Michael

		Wallerstein
24/1999	Do Voluntary Agreements Lead to Cost Efficiency	Rolf Golombek, Espen R. Moen
25/1999	Rent Grabbing and Russia's Economic Collapse	Sheetal K. Chand and Karl Ove Moene
28/1999	The role of foreign ownership in domestic environmental regulation under asymmetric information	Jon Vislie
29/1999	Labor unions versus individualized bargaining with heterogeneous labor	Jon Strand
32/1999	Efficiency in the Provision of Municipal Nursing – and Home-Care Services: The Norwegian Experience	Espen Erlandsen, Finn R. Førsund
33/1999	Effects of Progressive Taxes under Decentralized Bargaining and Heterogeneous Labor	Jon Strand
34/1999	Reflections on Abatement Modelling	Ove Wolfgang
35/1999	Crime Induced Poverty Traps	Halvor Mehlum, Karl Ove Moene, Ragnar Torvik
36/1999	Statistical Discrimination and the Returns to Human Capital and Credentials	Christian Brinch
38/1999	Relative Unemployment Rates and Skill-Biased Technological Change	Knut Røed
2/2000	Married Men and Early Retirement Under the AFP Scheme	Ole J. Røgeberg
4/2000	Family Labor Supply when the Husband is Eligible for Early Retirement: Some Empirical Evidences	Jia Zhiyang
5/2000	Earnings Assimilation of Immigrants in Norway - A Reappraisal	Pål Longva, Oddbjørn Raaum
9/2000	Influencing bureaucratic Decisions	Nils-Henrik von der Fehr, Lone Semmingsen
13/2000	Family Labour Supply when the Husband is Eligible for Early Retirement	Erik Hernæs, Steinar Strøm
15/2000	Labour Market Transitions and Economic Incentives	Knut Røed, Tao Zhang
16/2000	Transboundary environmental problems with a mobile population: is there a need for a central policy	Michael Hoel, Perry Shapiro
19/2000	Have the Relative Employment Prospects for the	Knut Røed, Morten Nordberg

Low-Skilled Deteriorated After All?

23/2000	A Note on the Weibull Distribution and Time Aggregation Bias	Knut Røed, Tao Zhang
24/2000	On The Origins of Data Envelopment Analysis	Finn R. Førsund, Nikias Sarafoglou
27/2000	Predator or Prey? Parasitic enterprises in economic development	Halvor Mehlum, Karl Ove Moene, Ragnar Torvik
31/2000	Genetic testing when there is a mix of public and private health insurance	Michael Hoel, Tor Iversen
33/2000	Competitive effort and employment determination with team production	Jon Strand
34/2000	CO2 mitigation costs and ancillary benefits in the Nordic countries, the UK and Ireland: A survey	Snorre Kverndokk, Knut Einar Rosendahl
35/2000	Tax distortions, household production and black market work	Jon Strand
36/2000	A turning point in the development of Norwegian economics - the establishment of the University Institute of Economics in 1932	Olav Bjerkholt
40/2000	Health Insurance: Treatment vs. Compensation	Geir B. Asheim, Anne Wenche Emblem, Tore Nilssen
41/2000	Private health care as a supplement to a public health system with waiting time for treatment	Michael Hoel, Erik Magnus Sæther
11/2001	Wage coordination and unemployment dynamics in Norway and Sweden	Bergljot Bjørnson Barkbu, Ragnar Nymoene, Knut Røed
12/2001	Temporary Layoffs and the Duration of Unemployment	Knut Røed, Morten Nordberg
14/2001	Liberalising the Energy Markets of Western Europe - A Computable Equilibrium Model Approach	Finn Roar Aune, Rolf Golombek, Sverre A.C. Kittelsen, Knut Einar Rosendahl
23/2001	Eco-Correlation in Acidification Scenarios	Ove Wolfgang
24/2001	Errors in Survey Based Quality Evaluation Variables in Efficiency Models of Primary Care Physicians	Sverre A.C. Kittelsen, Guri Galtung Kjæserud, Odd Jarle Kvamme
26/2001	Climate policies and induced technological change: Which to choose the carrot or the stick?	Snorre Kverndokk, Knut Einar Rosendahl, Tom Rutherford
30/2001	Cost-effective Abatement of Ground-level Ozone in	Ove Wolfgang

33/2001	Cities and for larger Regions: Implication of Non-monotonicity Labour Supply Effects of an Early Retirement Programme	Christian Brinch, Erik Hernæs, Steinar Strøm
34/2001	The Compensation Mechanism in the RAINS Model: The Norwegian Targets for Acidification	Finn R. Førsund, Ove Wolfgang
35/2001	International Benchmarking of Electricity Distribution Utilities	Finn R. Førsund, Dag Fjeld Edvardsen
36/2001	The neighbourhood is not what it used to be: Has there been equalisation of opportunity across families and communities in Norway?	Oddbjørn Raaum, Kjell G. Salvanes, Erik O. Sørensen
3/2002	Explaining Variations in Wage Curves: Theory and Evidence	Erling Barth, Bernt Bratsberg, Robin A. Naylor, Oddbjørn Raaum
6/2002	The Duration and Outcome of Unemployment Spells- The role of Economic Incentives	Knut Røed, Tao Zhang
7/2002	Characterization and Measurement of Duration Dependence in Hazard Rates Models	Rolf Aaberge
9/2002	Unemployment Duration, Incentives and Institutions - A Micro-Econometric Analysis Based on Scandinavian Data	Knut Røed, Peter Jensen and Anna Thoursie
10/2002	Plunder & Protections Inc.	Halvor Mehlum, Kalle Moene, Ragnar Torvik
11/2002	Battlefields and Marketplaces	Halvor Mehlum, Kalle Moene
12/2002	Do Business Cycle Conditions at the Time of Labour Market Entry Affect Future Unemployment?	Oddbjørn Raaum and Knut Røed
14/2002	Business cycles and the impact of labour market programmes	Oddbjørn Raaum, Hege Torp and Tao Zhang
15/2002	Do individual programme effects exceed the costs? Norwegian evidence on long run effects of labour market training	Oddbjørn Raaum, Hege Torp and Tao Zhang
19/2002	Local Unemployment and the Earnings Assimilation of Immigrants in Norway	Erling Barth, Bernt Bratsberg and Oddbjørn Raaum
20/2002	Local Unemployment and the Relative Wages of Immigrants: Evidence from the Current Population Surveys	Erling Barth, Bernt Bratsberg and Oddbjørn Raaum
26/2002	At Last! An Explicit Solution for the Ramsey Saddle Path	Halvor Mehlum

28/2002	Public-good valuation and intrafamily allocation	Jon Strand
29/2002	Institutions and the resource curse	Halvor Mehlum, Kalle Moene, Ragnar Torvik
3/2003	Optimal Provision of Public Goods with Rank Dependent Expected Utility	Erling Eide
4/2003	A Mixture Model of Household Retirement Choice	Zhiyang Jia
7/2003	Assimilation Effects on Poverty Among Immigrants in Norway	Taryn Ann Galloway, Rolf Aaberg
9/2003	How Tight is the Labour Market? A Micro-Based Macro Indicator	Simen Gaure, Knut Røed
10/2003	Retirement in Italy and Norway	Ugo Colombino, Erik Hernæs, Zhiyang Jia, Steinar Strøm
13/2003	The Effect of Programme Participation on the Transition Rate from Unemployment to Employment	Knut Røed, Oddbjørn Raaum
16/2003	Parasites	Halvor Mehlum, Karl-Ove Moene, Ragnar Torvik
22/2003	Climate Policy under Technology Spillovers	Rolf Golombek, Michael Hoel
23/2003	Savings behaviour when households have an access to occupational pension	Maria Kalvaraskaia
24/2003	The Role of Warnings in Regulation: Keeping control with less punishment	Karine Nyborg, Kjetil Telle
25/2003	A Monte Carlo study on non-parametric estimation of duration models with unobserved heterogeneity	Tao Zhang
26/2003	Identifying treatment effects of active labour market programmes for Norwegian adults	Tao Zhang
28/2003	Quasi-dynamic forward-looking model for joint household retirement decision under AFP scheme	Fedor Iskhakov
31/2003	Green consumers and public policy: On socially contingent moral motivation	Karine Nyborg, R.B. Howarth, Kjell Arne Brekke
33/2003	The Effects of Taxes and Socioeconomic Variables on Market Work and Home Production in Norway in the Years 1970 to 2000	Christoph Schwierz
34/2003	Does Increased Extraction of Natural Gas Reduce Carbon Emissions?	Finn Roar Aune, Rolf Golombek, Sverre A.C. Kittelsen
1/2004	To What Extent Is a Transition into Employment	Taryn Ann Galloway

Associated with an Exit from Poverty?

2/2004	A dissolving paradox: Firms' compliance to environmental regulation	Karine Nyborg, Kjetil Telle
5/2004	Climate policies and induced technological change: Impacts and timing of technology subsidies	Snorre Kverndokk, Knut Einar Rosendahl, Thomas F. Rutherford



Frischsenteret

Stiftelsen Frischsenteret for samfunnsøkonomisk forskning er en uavhengig stiftelse opprettet av Universitetet i Oslo. Frischsenteret utfører samfunnsøkonomisk forskning i samarbeid med Økonomisk institutt ved Universitetet i Oslo. Forskningsprosjektene er i hovedsak finansiert av Norges forskningsråd, departementer og internasjonale organisasjoner. De fleste prosjektene utføres i samarbeid mellom Frischsenteret og forskere ved andre norske og utenlandske forskningsinstitusjoner.

Frischsenteret
Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tlf: 22958810
Fax: 22958825
frisch@frisch.uio.no
www.frisch.uio.no