

Torstein Bye, Ole Jess Olsen og Klaus Skytte

Grønne sertifikater - design og funksjon

Rapporter

I denne serien publiseres statistiske analyser, metode- og modellbeskrivelser fra de enkelte forsknings- og statistikkområder. Også resultater av ulike enkeltundersøkelser publiseres her, oftest med utfyllende kommentarer og analyser.

Reports

This series contains statistical analyses and method and model descriptions from the different research and statistics areas. Results of various single surveys are also published here, usually with supplementary comments and analyses.

© Statistisk sentralbyrå, april 2002
Ved bruk av materiale fra denne publikasjonen,
vennligst oppgi Statistisk sentralbyrå som kilde.

ISBN 82-537-5052-8 (trykt versjon)
ISBN 82-537-5053-6 (elektronisk versjon)
ISSN 0806-2056

Emnegruppe
01.03.10 Energi

Design: Enzo Finger Design
Trykk: Statistisk sentralbyrå/290

Standardtegn i tabeller	Symbols in tables	Symbol
Tall kan ikke forekomme	Category not applicable	.
Oppgave mangler	Data not available	..
Oppgave mangler foreløpig	Data not yet available	...
Tall kan ikke offentliggjøres	Not for publication	:
Null	Nil	-
Mindre enn 0,5 av den brukte enheten	Less than 0.5 of unit employed	0
Mindre enn 0,05 av den brukte enheten	Less than 0.05 of unit employed	0,0
Foreløpig tall	Provisional or preliminary figure	*
Brudd i den loddrette serien	Break in the homogeneity of a vertical series	—
Brudd i den vannrette serien	Break in the homogeneity of a horizontal series	
Desimalskilletegn	Decimal punctuation mark	,(,)

Sammendrag

Torstein Bye, Ole Jess Olsen og Klaus Skytte¹

Grønne sertifikater - design og funksjon

Rapporter 2002/11 • Statistisk sentralbyrå 2002

Grønne sertifikater er et instrument som skal bidra til å få større omfang av grønne teknologier inn i produksjon av energi. De som produserer energi fra grønne teknologier får tildelt et sertifikat. Det skapes så et marked for dette sertifikatet gjennom å pålegge forbrukerne av energi å kjøpe sertifikater i et visst forhold til omfanget av kjøp av ordinær energi. De grønne produsentene selger energien i det ordinære markedet og sertifikatet i det finansielle markedet som kjøpsplikten skaper. Samlet skal verdien av energien og verdien av sertifikatet tilsvare kostnaden ved å produsere grønn energi på marginen. Grønne sertifikater er et instrument som introduseres i energimarkedene blant annet for å gi et bidrag til å oppfylle en del miljømål på mest mulig effektiv måte, for eksempel redusere utslipp av gasser til luft. En annen begrunnelse kan være at en ønsker å oppfylle miljømålene gjennom noen på forhånd valgte utviklingsretninger - gjennom for eksempel bruk av bare grønne teknologier – og i den sammenheng stimulere til teknisk utvikling av slike jomfruelige teknologier. Et tredje mål kan være at en ønsker å øke forsyningssikkerheten - og da på to måter. Den ene måten er gjennom at mer energi produseres innenlands i stedet for import, den andre måten er at en vil sikre seg ved å satse mer på fornybar energi kontra ikke-fornybar energi. Endelig har også argumenter om økt sysselsetting og stimulans av forskning og utvikling blitt bruk som argumenter for økt bruk av fornybare energikilder gjennom innføring av grønne sertifikater. I denne rapporten drøftes hvordan innføring av slike sertifikater vil virke inn både på omsatt volum i energimarkedet, selgerprisene og kjøperprisene, hvilke velferdseffekter dette har og hvordan velferdseffektene fordeles mellom produsenter og konsumenter. Noen av konklusjonene er ikke opplagte, men tvert imot kan de for mange virke kontraintuitive. Blant annet kan kjøperprisen på energi falle og omsatt mengde øke ved bruk av slike virkemidler. Dette viser i seg selv nødvendigheten av analyser av slike nye virkemidler før en introduserer dem i et eventuelt marked. Rapporten diskuterer også en del praktiske problemer med organisering av slike markeder.

Prosjektstøtte: Prosjektet er finansiert av Olje- og energidepartementet

¹ Torstein Bye er forskningssjef ved forskningsavdelingen i Statistisk sentralbyrå i Norge, Ole Jess Olsen er professor ved Roskilde Universitet i Danmark og Klaus Skytte er forsker ved Forskningscenter Risø i Danmark.

Innhold

1. Innledning	7
2. Grønne sertifikater: Design og funksjon	8
3. "Grønt" i konkurranse med det tradisjonelle markedet	11
4. Grønne sertifikater	13
4.1. Grønne sertifikater og autarki.....	13
4.2. Grønne sertifikater og handel.....	15
4.3. Grønne sertifikater og subsidier.....	17
4.4. Grønne sertifikater og autarki - en simulering.....	18
4.5. Hva skjer når den grønne andelen økes	19
4.6. Grønne sertifikater og komplekse markeder	20
4.7. Sertifikatmarked, usikkerhet og støttesystem.....	20
5. Andre aspekter ved grønne sertifikatmarkeder	22
5.1. Lokale, regionale eller internasjonale sertifikatmarkeder	22
5.2. Teknologisk forbedring og læring.....	22
5.3. Umodne, grønne teknologier og F&U	23
5.4. Frivillig etterspørsel etter grønn energi - labeling	23
5.5. Grønne sertifikater, elektrisitet og varme	23
6. Mulig organisering av et grønt sertifikatmarked for el i Norge	24
6.1. Hva er grønn strøm?	24
6.2. Reguleringsmyndighetens rolle	26
6.3. Dynamiske sider ved et grønt sertifikatmarked	31
6.4. Effektivitetsegenskaper ved ulike organiseringer av det grønne sertifikatmarkedet for el (i Norge).....	32
7. Oppsummering og anbefalinger	34
Referanser	35
Vedlegg A: En energimodell med sertifikater	36
Tidligere utgitt på emneområdet	37
De sist utgitte publikasjonene i serien Rapporter	38

Figurregister

2. Grønne sertifikater: Design og funksjon

2.1. Prisdannelsen for grønne sertifikater – markedsverdi og støttebeløp.....	9
---	---

3. "Grønt" i konkurranse med det tradisjonelle markedet

3.1. Et ordinært energimarked.....	11
3.2. En grønn miljøpolitikk.....	12

4. Grønne sertifikater

4.1a-f. Produsent- og konsumentoverskudd ved sertifikater under autarki	14
4.2a-e. Produsent- og konsumentoverskudd ved import.....	16
4.3a--d. Produsent- og konsumentoverskudd ved eksport	17
4.4. Grønne sertifikater og subsidier	18
4.5. En simulering av en grønn sertifikatandel på 10 prosent.....	18
4.6. Prisutvikling ved økende grønne andeler.....	19
4.7. Volumutvikling ved økende grønne andeler	19
4.8. Varierende grønt tilbud - endringer i støttebeløp	20
4.9. Varierende elektrisitetspris - endringer i støttebeløp.....	21

5. Andre aspekter ved grønne sertifikatmarkeder

5.1. Reduksjon av kostnadene for grønne teknologier som følge av teknologiforbedringer.....	23
---	----

6. Mulig organisering av et grønt sertifikatmarked for el i Norge

6.1. Utviklingen av den grønne kvoteandelen i Sverige som årlig prosent av el-forbruket.....	28
6.2. Fast prisloft på sertifikatprisen	29

Tabellregister

2. Grønne sertifikater: Design og funksjon

2.1. Eksempel på en stigende grønn kvote	10
--	----

4. Grønne sertifikater

4.1. Eksempel på tilpasning av sertifikatprisen og den tilhørende inntekt for en vindmøllepark - ved variasjoner i vindproduksjonen.....	21
--	----

6. Mulig organisering av et grønt sertifikatmarked for el i Norge

6.1. Utviklingen av den grønne kvoteandelen i Sverige som årlig prosent av el-forbruket.....	28
6.2. Eksempel på prispulv for sertifikater i Sverige.....	30

1. Innledning

Det kan være flere grunner til å innføre grønne sertifikater i energimarkedet. En begrunnelse kan være at en ønsker å oppfylle en del miljømål på mest mulig effektiv måte, for eksempel redusere utslipp av gasser til luft. Valgmengden vil da for eksempel være bruk av gasskraft kontra kullkraft fordi dette forurenser mindre, eller valg av såkalte grønne teknologier som for eksempel vindkraft etc i stedet for fossile energibærere. Den andre begrunnelsen kan være at en ønsker å oppfylle miljømålene gjennom noen på forhånd valgte utviklingsretninger - gjennom for eksempel bruk av bare grønne teknologier - og i den sammenheng stimulere til teknisk utvikling av slike jomfruelige teknologier. Et tredje mål kan være at en ønsker å øke forsyningssikkerheten - og da på to måter. Den ene måten er gjennom at mer energi produseres innenlands i stedet for import, den andre måten er at en vil sikre seg ved å satse mer på fornybar energi kontra ikke-fornybar energi. Endelig har også argumenter om økt sysselsetting og stimulans av forskning og utvikling blitt bruk som argumenter for økt bruk av fornybare energikilder² gjennom innføring av grønne sertifikater.

Definisjon av grønne sertifikater, design av sertifikatordninger og funksjon av disse diskuteres i kapittel 2. Grønne markeder i konkurranse med tradisjonelle teknologier spesielt i forurensingssammenheng diskuteres kort i kapittel 3. Grønne sertifikatordninger kan ha mange effekter i energimarkedene og disse effektene kan variere avhengig av hvor åpne markeder man til enhver tid har. For eksempel vil virkningen i et nasjonalt lukket marked være forskjellig fra virkningen i et åpent internasjonalt marked. Virkningen vil også avhenge av transportsruker mellom delmarkeder. Dette diskuteres i kapittel 4. Det kan være mange grunner til å innføre grønne sertifikater i

energimarkedene og slike ordninger kan ha mange andre effekter enn rene markedseffekter, for eksempel kan de ha effekter på teknologisk utvikling, læring og samspill med frivillige ordninger. Dette diskuteres i kapittel 5. Organisering av et slikt marked er ikke trivielt og kan by på mange utfordringer som diskuteres i kapittel 6. En oppsummering gis i kapittel 7.

² I EU-direktiv for fornybar energi (EU, 2001) heter det: "Fællesskabet erkender, at det er nødvendigt at prioritere fremme af vedvarende energikilder, fordi deres udnyttelse bidrager til miljøbeskyttelsen og den bæredygtige udvikling. Dette kan desuden skabe lokale arbejdspladser, have en positiv virkning på den sociale samhørighed, bidrage til forsyningssikkerheden og fremsynde opfyldelsen af Kyoto-forpligtelsen. Det er derfor nødvendigt at sikre en bedre udnyttelse af dette potentiale inden for rammerne af det indre marked for elektricitet"

2. Grønne sertifikater: Design og funksjon

I praksis har det vist seg ikke så enkelt å innføre verken avgifter eller et kvotesystem for å løse forurensingsproblemene. I den sammenheng har det blitt introdusert et ønske om å satse mer eksplisitt på grønne teknologier, i form av for eksempel subsidier gjennom investerings- og eller prisstøtte i ulike varianter. Ett annet av de instrumentene som diskuteres er å innføre krav til at en viss andel av energiproduksjonen eller energiforbruket skal være basert på nærmere definerte grønne teknologier. For at introduksjonen av slike andeler skal gjøres på en kostnadseffektiv måte ønsker en å ta i bruk markedet for å finne fram til de billigste alternativene for slik grønn teknologi³. En måte å anvende markedet på er å innføre grønne sertifikater. Vi kommer senere tilbake til hvordan grønne teknologier som skal inngå i et slikt system skal defineres.

Som navnet antyder, er et grønt sertifikat et bevis på at det er produsert en viss mengde energi (enten elektrisitet, varme eller noe annet) fra en grønn teknologi. Ved grønne teknologier menes teknologier som bruker fornybar energi til å produsere den energien som kunden etterspør.

Introduksjonen av grønne sertifikater har flere hovedmål. Disse er spesielt å sertifisere, synliggjøre og støtte bruken av fornybar energi. Da forbrukerne og myndighetene ikke kan se på de elektroner som trekkes ut av strømmettet, om de er produsert ved konvensjonelle eller fornybare grønne energiteknologier, trengs en eller annen form for sertifisering som kan garantere at en viss andel av elektrisitetsproduksjonen er basert på en slik grønn fornybar energi.

Grønne energiteknologier er alle energiteknologier som er fornybare og ikke gir miljøproblemer. De grønne teknologier som omfattes av grønne sertifikater omfatter kun de *umodne* grønne teknologiene som bruker

fornybar energi. F.eks. vil man kunne argumentere for at eksisterende store vannkraftanlegg er en fornybar grønn energiteknologi. Denne er imidlertid konkurransemoden, og har derfor ikke samme støttebehov som visse andre fornybare teknologier for å kunne overleve på et liberalisert marked. Med andre ord blir betegnelsen "grønne teknologier med sertifikatbehov" her brukt om den delen av de fornybare energiteknologier som har behov for støtte for å kunne overleve. Dette kommer vi tilbake til senere i denne rapporten.

Mens en del av de alternative støtteformene for grønn energi er rettet mot investeringer i ny kapasitet, så sikter grønne sertifikater utelukkende mot avsetning av den *produserte energien*. Hver gang en energiprodusent tilbyr energi fra grønn teknologi, mottar han sertifikater for den leverte mengden. Disse sertifikatene er omsettelige finansielle aktiva som kan handles på et organisert marked, og på denne måten skaffe produsenten av grønn energi en ekstra betaling.

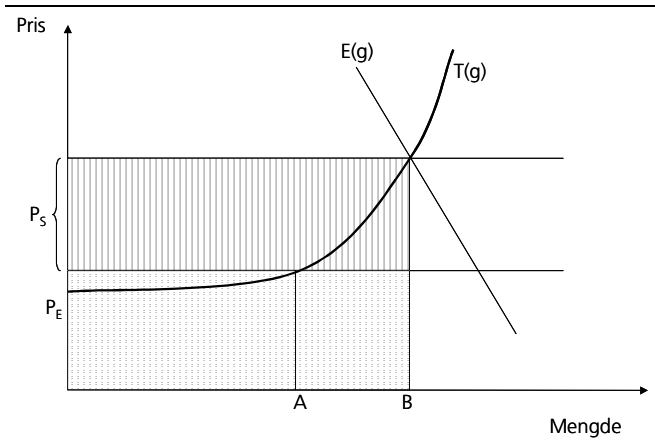
Som andre produsenter selger han dessuten sin energi på et av markedene for fysiske handler. Produsentens inntekt vil derfor bestå av den gjeldende markedspris for energi pluss prisen for de grønne sertifikatene.

Prisen fra de grønne sertifikatene vil f.eks. kunne dannes på et marked for disse, som den pris som skaper balanse mellom tilbud og etterspørsel av sertifikatene. Etterspørselen sikres ved et pålegg om at konsumentene må kjøpe en viss andel av sin elektrisitet gjennom det grønne markedet, se nedenfor.

Hovedideen med et marked for grønne sertifikater er å skape rammer som gjør det attraktivt å investere i fornybar energi og som sikrer at kostnadene med en omfattende satsing på disse teknologiene ikke blir en for stor byrde for samfunnet. Det siste oppnås ved å la markedet premiere de mest effektive teknologiene og de mest effektive investeringene. Utgangspunktet for diskusjonen nedenfor er et tvunget marked som det som er foreslått i den nye danske ellov og en ny svensk utredning (se (2001) og SOU 2001:77), og ikke et avtalebestemt marked som det hollandske (se Hoogland et al (2001)).

³ I EU-direktiv for fornybar energi (EU, 2001) heter det: "Det er viktig å utnytte markedskreftenes og det indre markedets styrke og gjøre elektrisitet fra fornybare energikilder konkurransedyktige og attraktive for de europeiske borgere"..... It is important to utilize the strength of the market forces and the internal market and make electricity from renewable energy sources competitive and attractive ...

Figur 2.1. Prisdannelsen for grønne sertifikater – markedsverdi og støttebeløp



Ideen er at konkurransen mellom produsenter av fornybar energi skal sikre at prisen på grønne sertifikater, gitt krav om etterspørsel, avspeiler den faktiske kostnadsforskjellen mellom grønn og "sort" energi. På den måten oppfyller sertifikatene den viktige rollen å gi myndigheter, produsenter av fornybar energi, samt forbrukere et prissignal, som forteller hva kostnadene vil være for den som skal klare seg på det grønne markedet.

Det grønne markedet skal blant annet brukes til å sikre en *utbygging* av fornybar grønn energi. I motsetning til fysisk elektrisitet som ikke kan lagres, er de grønne sertifikatene finansielle aktiva som *kan* lagres. Dette muliggjør en langsiktig prissetting selv om prissettingen på det fysiske markedet er kortsiktig.

Tilbudskurven for grønne sertifikater gjenspeiler de langsiktige marginalkostnadene for alle grønne teknologier (figur 2.1), som er definert som umodne teknologier. Tilsvarende for etterspørselen. Her er $T(g)$ tilbudet av grønn energi, og P_E prisen for den fysiske energien. Hvis de grønne teknologiene ikke mottok grønne sertifikater, og dermed kun hadde inntekt fra eget salg av energi, ville markedet tilby en mengde av grønn energi svarende til A på figuren, ved den gitte kraftprisen i markedet på P_E . For å oppnå en politisk ønsket mengde B , med den tilhørende etterspørselskurve etter grønne sertifikater $E(g)$ ⁴, kreves et ekstrabeløp utover markedsprisen svarende til P_S per enhet. Det er dette som er prisen på et grønt sertifikat.

Med andre ord, kan den *marginale* grønne teknologien produseres til en kostnad lik $P_E + P_S$. Grønne produsenter, som har en lavere produksjonskostnad vil levere energi, og grønne produsenter, som har en høyere produksjonskostnad vil ikke levere grønn energi. På den måten har man latt markedet premiere de mest effektive teknologiene og de mest effektive investeringene.

⁴ Denne etterspørselen følger av den ordinære etterspørselskurven for energi og av kravet om at en viss andel av etterspørselen skal komme fra grønne kilder.

Samlet sett er markedsverdien av den energien som kommer fra de grønne teknologiene lik arealet mellom B og P_E (mengde ganger pris) i figur 2.1. På samme måte er det samlede tillegg i inntektsbidrag, som kreves for å oppnå den ønskede mengde grønne energien, mengden B ganger sertifikatprisen P_S . Hvis man nå hadde spesifisert alle energiteknologier etter kostnad og etter graden av grønhet⁵ så kunne et grønt sertifikatsystem være et spesialtilfelle for hvordan man kan implementere en kostnadseffektiv løsning av forurensingsproblemet. Dette ville da gi den samme investeringsløsningen som et avgiftssystem og/eller et CO₂ kvotesystem. I praksis vil man imidlertid utelate mange grønne teknologier og ikke minst utelate en vurdering av graden av grønhet i disse teknologiene, slik at et grønt sertifikatmarked i praksis ville ligge langt fra en kostnadseffektiv løsning på forurensingsproblemet. På den annen side synes det å være flere mål bak innføringen av et grønt sertifikatsystem enn bare løsningen av forurensingsproblemet. I tillegg vil selvfølgelig de ulike virkemidlene gi litt ulike fordelings effekter, se nærmere om dette nedenfor.

Hvis et slikt sertifikatsystem skal fungere må en innføre en eller annen forpliktelse på markedsakttørene for å sikre faktisk omsetning av energi produsert fra grønne teknologier. En modell for et slikt grønt sertifikatmarked er nå å innføre en forpliktelse for eksempel for kjøperne i markedet for energi til, i hver periode (for eksempel et år), å kjøpe en mengde grønne sertifikater, som minst svarer til en bestemt andel av energiforbruket. Forbrukerne (og evt. deres forsyningsselskaper) vil dermed utgjøre en forpliktet etterspørselsside på det finansielle markedet for grønne sertifikater.

Det er prisen for sertifikater og ikke for fysisk el, som dannes på dette markedet. Den andelen av energiforbruket, som skal dekkes av grønne sertifikater, må styres politisk. Det mest opplagte er å fastsette andelen i overensstemmelse med de langsiktige energipolitiske målene for perioden, f.eks. at en *grønn kvote* på α av energiforbruket skal komme fra grønne teknologier per år. Da den grønne kvoten pålegges forbrukerne, vil etterspørselen etter grønne sertifikater følge etterspørselen etter energi. Er kvoten f.eks. på 10 prosent, skal en forbruker som ønsker å forbruke 100 enheter energi også kjøpe 10 sertifikater. Den grønne kvoten vil løpende kunne økes fra år til år, noe som sikrer en glidende utbygging av grønn energi. Da skapes også en viss forutsigelighet for aktørene, som er viktig for å sikre tillitten til det grønne sertifikatmarkedet. Vil man f.eks. øke andelen av grønn energi fra 10 prosent i år 2003 til 24 prosent i år 2010 vil man kunne sette de årlige kvotene til:

⁵ At man skal spesifisere alle energiteknologier betyr at man spesifiserer alle substitusjonsmuligheter. I tillegg måtte man dele ut sertifikater etter graden av grønhet.

Tabell 2.1. Eksempel på en stigende grønn kvote

2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
10%	12%	14%	16%	18%	20%	22%	24%

Anta at kvoten pålegges forbrukerne. Da blir forbrukerprisen for energi (eksklusive avgifter, distribusjonskostnader o.l.) lik $P_E + \alpha \cdot P_s$, hvor α er den grønne kvoteandelen. Forbrukernes priselastisitet for energi blir derved splittet mellom energiprisen og sertifikatprisen. Når energiprisen og sertifikatprisen svinger, påvirkes ikke kun forbrukerne men også de grønne produsentene, se nedenfor.

3. "Grønt" i konkurranse med det tradisjonelle markedet

La oss først se på energimarkeder generelt og ikke skille mellom elektrisitet og varme. Dette skillet kommer vi tilbake til når vi blir mer spesifikke i senere kapitler. Så lenge vi er på det prinsipielle trenger vi ikke gjøre dette skillet. I en implementering kan det imidlertid være store forskjeller, se for eksempel Eldegaard (2001).

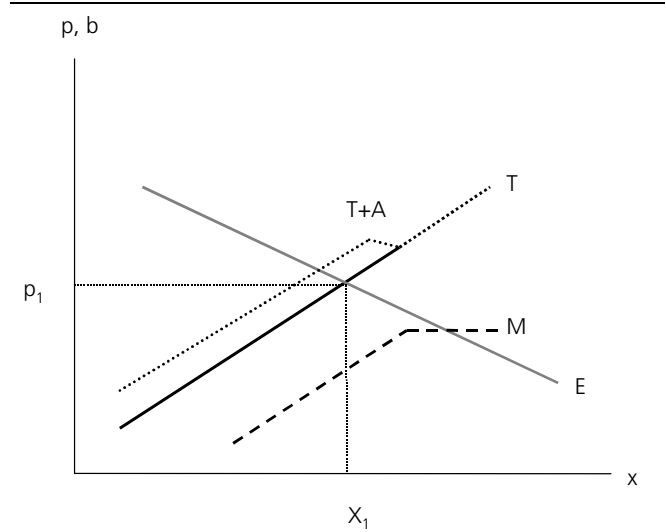
I første omgang vil vi se på det langsiktige perspektivet. Selve innføringen av grønne teknologier impliserer investeringer. Samtidig er det store forskjeller i de kortsiktige kostnadene ved bruk av eksisterende teknologier og investeringskostnadene ved nye teknologier, uavhengig av om dette er de som her defineres som grønne eller tradisjonelle teknologier. I det langsiktige perspektivet, som inkluderer investeringer kan mange av poengene illustreres ved hjelp av glatte, kontinuerlige, strengt voksende tilbudskurver og strengt fallende etterspørselskurver. En modifikasjon som kunne gjøres i forhold til de betraktninger vi gjør i dette kapitlet er at tilbudskurven for de tradisjonelle teknologiene kunne være flat i stedet for strengt stigende. Dette tilsvarer at de tradisjonelle teknologiene i utgangspunktet vil fungere som en backstop teknologi. Dette vil imidlertid ikke berøre de prinsipielle diskusjonene i dette kapitlet.

La oss, for enkelthets skyld anta at vi har et lukket norsk energimarked. Tilbudskurven i et slikt marked kan stilistisk framstilles som en jevnt stigende kurve, der marginalkostnaden ved å tilby mer er økende, se figur 3.1.

Det forutsettes at det er markedet som bestemmer utbyggingen gjennom minimering av kostnadene, det vil si de billigste energiformene gjøres tilgjengelig først. Det forutsettes også forenklet at dette er de tradisjonelle teknologiene. Hvis det er de grønne teknologiene som er billigst så trenger vi ikke noe grønt sertifikatmarked.

Etterspørselen er fallende i prisene. Tilpasningspunktet blir i p_1 , x_1 der tilbudskurven skjærer etterspørselskurven. De grønne teknologiene, som utgjør den stiplede delen av tilbudskurven, kommer ikke inn i markedet da de er for dyre. De tradisjonelle teknologiene medfører utslipp av CO_2 , eller de medfører

Figur 3.1. Et ordinært energimarked

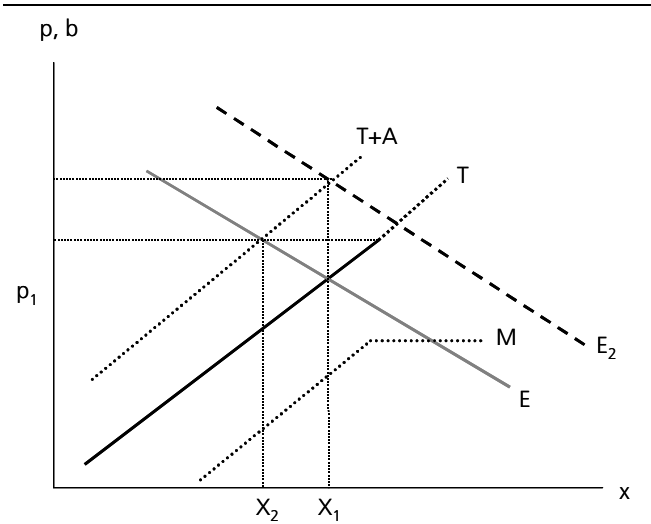


miljølemper som for eksempel nedbygging av fossefall eller lignende (M i figuren). Problemet nå er at miljøkostnadene ikke er internaliserte i markedet.

La oss anta at vi ønsker å fjerne en del av miljølempene og at en vil gjøre dette mest mulig kostnadseffektivt. Ifølge litteraturen, se for eksempel Brendemoen, Bye og Hoel (1995), kan dette gjøres ved å introdusere avgifter på miljølempene eller alternativt en kvoteordning for disse. Betingelsen for at dette er den mest kostnadseffektive løsningen er at miljølempene kommer fra mange kilder og at skaden ved disse er uavhengig av hvor de kommer fra. Avgifter vil bidra til at de miljøbelastende teknologiene blir dyrere og de renere teknologiene blir relativt sett billigere. Spørsmålet er nå når de grønne teknologiene vil komme inn i markedet?

I det tradisjonelle markedet vil avgifter på produksjon med urene teknologier, den stiplede linjen som forskyver den heltrukne tilbudskurven (T+A), stimulere til at en på sikt vil bruke grønne teknologier. En umiddelbar økning av avgiften, se figur 3.2, vil imidlertid i første omgang bare gi en tilbakegang i produksjon og forbruk av de tradisjonelle miljøbelastende teknologiene, til for eksempel x_2 .

Figur 3.2. En grønn miljøpolitikk



Førsteordenseffekten av avgiften er dermed mindre produksjon og forbruk, og ikke introduksjon av grønne teknologier. Over tid vil imidlertid etterspørselen skifte til E_2 , se figur 3.2. Siden betalingsvilligheten dermed øker, og tradisjonelle teknologier er avgiftsbelagt, vil grønne teknologier introduseres i markedet. Avgiften kan nå økes i takt med etterspørselsøkningen slik at nye miljøbelastende teknologier holdes ute av markedet og de grønne teknologiene vil dermed innføres i et stadig større omfang.

Dette er den samfunnsøkonomisk mest effektive løsningen på miljøproblemene sammen med ev. omsettbare kvoter der kvoteprisen som dannes i et kvotemarked kan sammenlignes med den avgiften som måtte til for å gi samme miljøsituasjon som i kvotemarkedet. Mange vil hevde at kvoteordninger er mer styringseffektive enn avgiftsordninger. Kvotene settes umiddelbart lik målet. På den annen side kan det være måleproblemer med kvoteordninger, problemer med hvor kvoteplikt skal ligge, og store transaksjonskostnader knyttet til elementer i kvoteordninger. En kvoteordning for klimagassutslipp kan for eksempel under visse helt spesielle forutsetninger sammenlignes med grønne sertifikatordninger, som vi vil komme tilbake til. Avgifter internaliseres direkte selv om en må justere disse for å finne de avgiftene som akkurat gir den ønskede miljøsituasjonen. En slik gradvis innføring må imidlertid uansett skje av hensyn til omstillingskostnadene i en økonomi.

4. Grønne sertifikater

I dette kapittelet vil vi diskutere grønne sertifikater og virkningen på kjøper- og selgerpriser for energi, totale velferdseffekter og fordelingen av disse på produsenter og konsumenter. Vi vil også sammenligne sertifikatordningen med for eksempel subsidier på grønn energi. Dette gjør vi delvis teoretisk i 4.1-4.3, mens vi i kapittel 4.4-4.5 gjennomfører simuleringer på en modell for et tenkt energimarked.

4.1. Grønne sertifikater og autarki

La oss anta vi står i en situasjon med økt etterspørsel etter energi. Vi står overfor en tradisjonell tilbudskurve med stigende marginalkostnader ved utbygging. Etterspørselen er fallende i prisene. La oss videre foreløpig anta at vi opererer innenfor et lukket marked (autarki) med ingen handel over landegrensene (for en modifikasjon av dette - se neste kapittel). I et fritt konkurransemarked vil nå markedslikevekt være der grensekostnaden er lik betalingsvilligheten ved felles pris og volum, det vil si i (x_1, p_1) , se figur 4.1a. I dette tilfellet er summen av produsent og konsumentoverskudd lik den skraverte trekanten i figur 4.1b. Det vil si summen av den merverdi produsentene får ut av markedet utover de ordinære kostnadene, og den ekstra nytte forbrukerne oppnår utover den prisen de betaler i henhold til den avledede etterspørselskurven.

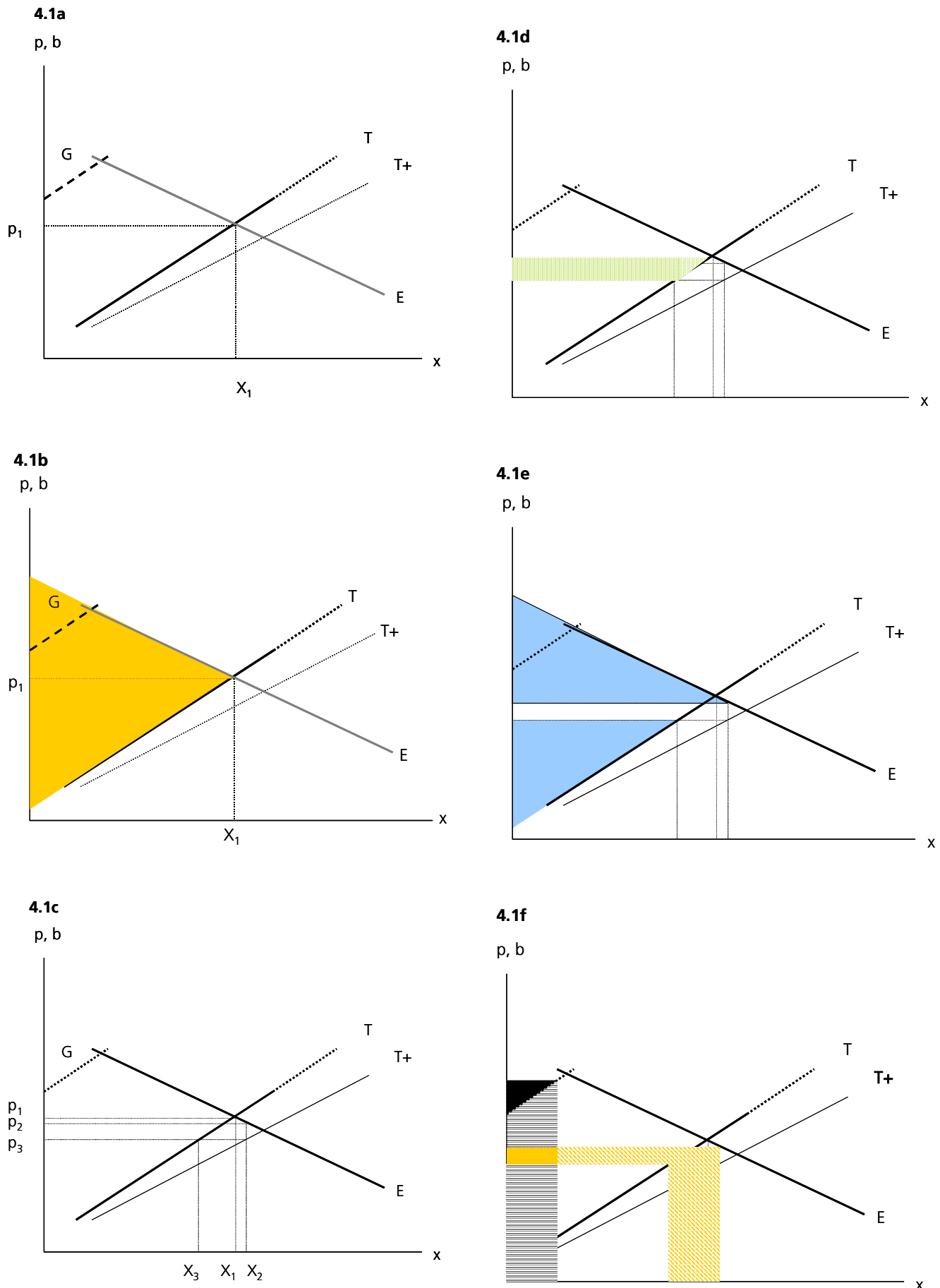
La oss nå anta at vi innfører et krav om at en viss andel av etterspørselen skal tilfredsstilles med energi fra grønne teknologier, der kostnaden ved disse grønne teknologiene er representert ved den stiplede delen av tilbudskurven T i figur 4.1a, eller alternativt linjen G, som er en parallell forskyvning av den stiplede delen T. Tilbudskurven T+ gir nå tilbudet av tradisjonell energi pluss en andel av denne. Generelt vil et slikt krav ha mange effekter i markedet. Et krav om økende andel grønn energi vil medføre økende sertifikatpriser når grensekostnaden for grønn teknologi er økende (foreløpig ser vi bort fra variasjoner i markedene - det vil si vi ser på stabile markeder). Generelt gjelder også at

innføring av økte grønne andeler medfører et press på det ordinære markedet, det vil si lavere volum og lavere pris i denne delen av markedet. Hvordan det nå vil gå med kjøperprisene, her summen av selgerpris i kraftmarkedet og den andelen konsumenten må betale av de grønne sertifikatene, er uklart. Dermed er også virkningen på omsatt og produsert volum av energi usikkert. Generelt avhenger dette av tilbuds- og etterspørselastisitetene i markedet, se mer om dette under kapittel 4.4 og i vedlegg A. I kapittel 4.5 fremkommer også at kjøperprisvirkningen vil avhenge av hvilken andel grønt vi krever skal gjelde i kraftmarkedet.

I figur 4.1c har en illustrert en situasjon hvor kjøperprisen faller til p_2 og omsatt volum stiger til x_2 i forhold til situasjonen uten et krav om en viss grønn andel (p_1, x_1). Denne tilsynelatende konstraintuitive effekten er nærmere omtalt i kapittel 4.4, 4.5 og vedlegg A. Selgerprisen i det ordinære energimarkedet faller til p_3 og omsatt energi i det *tradisjonelle* markedet faller til x_3 . Omsatt mengde grønn energi er $x_2 - x_3$.

Produsentoverskuddet til aktørene i det ordinære energimarkedet går ned med det skraverte arealet i figur 4.1d. Produsent og konsumentoverskudd i det ordinære markedet er arealet mellom tilbuds- og etterspørselskurven i dette markedet. Produsentoverskuddet går ned, jf. den skraverte nedre trekanten i figur 4.1e sammenlignet med figur 4.1b. Konsumentoverskuddet går opp, den øvre skraverte trekanten i figur 4.1e. Altså en omfordeling mellom produsenter og konsumenter til fordel for konsumentene. Produsentene som var i markedet før sertifikatordningen ble innført vil tape på ordningen, selv om forpliktelsen er lagt på kjøper. Konsumenten vil tjene på ordningen. Dvs. at selv om kjøpsforpliktelsen av grønne sertifikater ligger på forbrukssiden så blir en del av de ekstra kostnadene ved en økt bruk av fornybar energi betalt av produsentene på det konvensjonelle markedet.

Figur 4.1a-f. Produsent- og konsumentoverskudd ved sertifikater under autarki



Volumet av den grønne mengden ($x_3 - x_2$) i figur 4.1c multiplisert med kraftpris (p_3), og volumet av all kraft (x_2) multiplisert med kjøperens andel av sertifikatprisen ($p_3 - p_2$) i figur 4.1c "overføres" til det grønne tilbudet av kraft. Dette er de lett skraverte rektanglene til høyre i figur 4.1f. Dette er lik det brede skraverte rektanget stående langs den vertikale akse, pluss arealet av rektanget mellom de skraverte rektanglene, pluss den mørke trekanten øverst. Det skapes dermed et produsentoverskudd også for de grønne teknologiene siden all grønn kraft blir priset likt, og det er stigende grensekostnader i tilbudet av grønn kraft. Dette er lik den mørke trekanten langs den vertikale akse.

Totalt betyr dette at innføring av grønne sertifikatordninger medfører et tap i velferdsforstand slik det måles med produsent og konsumentoverskudd, eller alternativt: dette er en illustrasjon på den minste verdien samfunnet legger på det grønne alternativet ved en beslutning om å innføre denne ordningen.

4.2. Grønne sertifikater og handel

I forrige kapittel så vi på virkningene av innføring av grønne sertifikater i et lukket energimarked. Hvis det er åpent for handel med energi mellom land, og det er ledig kapasitet i overføringssystemene, vil energiprisene bestemmes direkte i samspill med dette markedet. Virkningen av små endringer i ett land vil dermed bli relativt beskjedne i et større marked. Prisen innenlands, uavhengig av tiltaket i eget land, kan sies å være fullstendig bestemt av handelen og dermed av prisen utenfor det området vi ser på. Så lenge en befinner seg i en eksport- eller importsituasjon vil selgerprisene være upåvirket av tiltaket. Når selgerprisen er upåvirket vil kjøperprisene øke ved at sertifikatprisen på marginen vil være positiv og økende. Dermed vil omsatt volum innenlands minke. Hva som skjer med innenlandsk produksjon er imidlertid uklart. La oss først se på en situasjon hvor vi i utgangspunktet er i en netto importsituasjon.

4.2.1. Grønne sertifikater og import

Import er en del av tilbudssiden i norsk økonomi. Prisen er gitt utenifra. Det vil si at tilbudet i et gitt område som er innenfor transportkapasiteten er flatt, se (p_1, x_1) i figur 4.2a. Produsent og konsumentoverskuddet er nå det skraverte arealet i figur 4.2b. Hvis vi nå innfører en ordning med grønne sertifikater så vil selgerprisen på energi holde seg uforandret på p_1 opp til en viss andel grønn energi, se figur 4.2c. Når selgerprisen er uforandret og sertifikatprisen er økende med økende mengde grønn energi, så vil kjøperprisen øke og etterspørselen gå ned. Kjøperprisen vil øke til p_2 og omsatt kvantum vil falle til x_2 . Ved større andeler grønt vil vi gå fra en situasjon med import til en situasjon med eksport, se nedenfor.

Hvis vi befinner oss i en ny likevekt ved (x_2, p_2) så vil produsentoverskuddet i Norge være uforandret siden selgerprisen er uforandret i det område for endring i

grønne krav som er skissert, se nederste skraverte trekant i figur 4.2d. Hvis kravene blir forsterket, for eksempel over tid, kan en komme innenfor det område hvor overføringssystemene blir begrensende og virkningene blir fallende pris og dermed fallende produsentoverskudd. Det vil si at fra og med området der overføringssystemet er begrensende vil virkningen bli som i tilfellet uten handel mellom land.

I tilfellet med handelsmuligheter uten beskrankninger i overføringssystemene vil konsumentoverskuddet avta, se øverste skraverte trekant i figur 4.2d. I dette tilfellet tar altså konsumentene en stor del av belastningen med innføringen av sertifikatordningen, samtidig som importen blir mindre.

Tilsvarende som i tilfellet med autarki vil det grønne sertifikatmarkedet generere inntekter som sammen med verdien av kraftproduksjonen blir overført til tilbudssiden av grønn teknologi, se figur 4.2e. Her genereres også et produsentoverskudd i det grønne markedet ettersom tilbudskurven er stigende også for grønne teknologier.

4.2.2. Grønne sertifikater og eksport

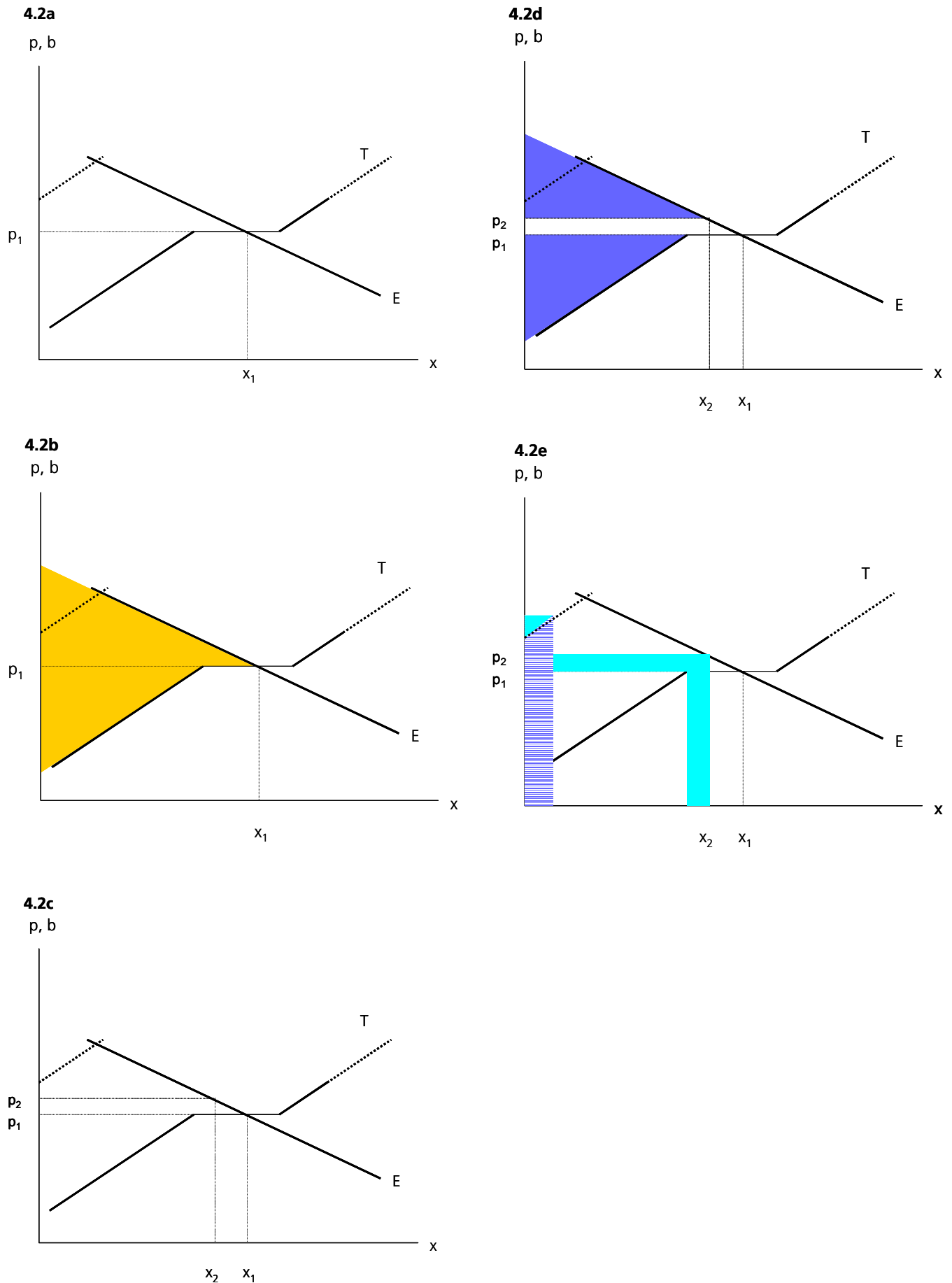
La oss nå anta at situasjonen før innføring av grønne krav ville ha gitt oss eksport av energi. Da kan eksporten ses på som en del av etterspørselssiden. Prisen på det utenlandske markedet er gitt, og etterspørselskurven er flat, det vil si fullstendig elastisk, i et område, figur 4.3a og 4.3b.

Anta nå at vi innfører krav om en andel grønn energi innenlands gjennom en sertifikatordning. Da vil fortsatt, som i importtilfellet, selgerprisen være uberørt i det området hvor det fortsatt er nettoeksport etter innføring av sertifikatordningen. Sertifikatprisen er positiv og økende og vil medføre økt kjøperpris på energi (inklusive sertifikatene). Nasjonalt kjøp av energi vil gå ned, figur 4.3c. Dette betyr en nedgang i konsumentoverskuddet. Produsentoverskuddet innenlands blir uberørt da all tilpasning foregår ved en endring i eksporten så lenge den grønne andelen ikke overstiger en viss mengde. Eksporten vil øke.

Hvis den grønne andelen overstiger en viss andel vil vi komme inn i et område der tilbudet er stigende. Da vil det oppstå en delt situasjon. Innenfor det området hvor eksporten bestemmer prisen blir situasjonen som i avsnittet ovenfor. I det området hvor tilbudskurven er stigende vil virkningen bli som i tilfellet med autarki beskrevet i kapittel 4.1, siden transportkapasiteten er fullt utnyttet og vi i praksis kan se på dette som et lukket marked.

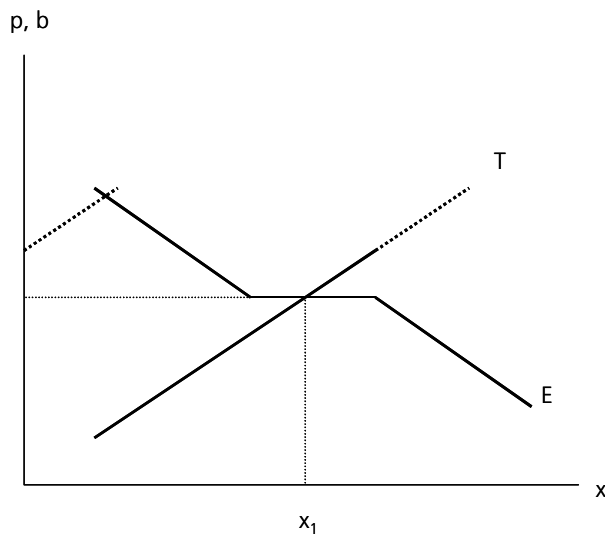
Verdien av den mengde energi som blir omsatt i det grønne markedet, pluss verdien av de grønne sertifikatene skaper et visst produsentoverskudd for de grønne produsentene, når det er stigende marginalkostnader, se figur 4.3d.

Figur 4.2a-e. Produsent- og konsumentoverskudd ved import

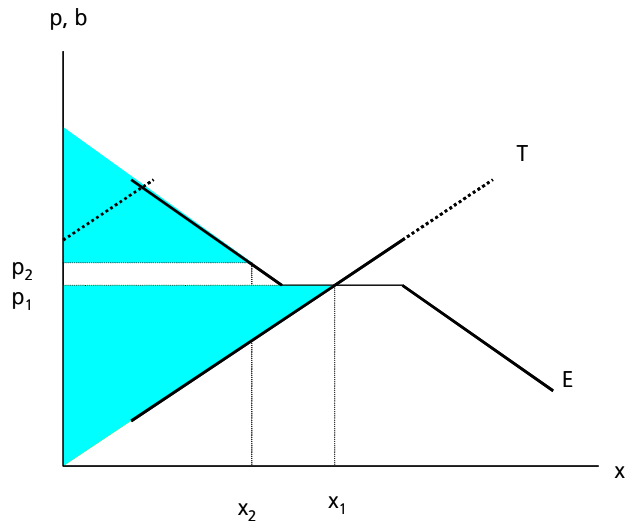


Figur 4.3a–d. Produsent- og konsumentoverskudd ved eksport

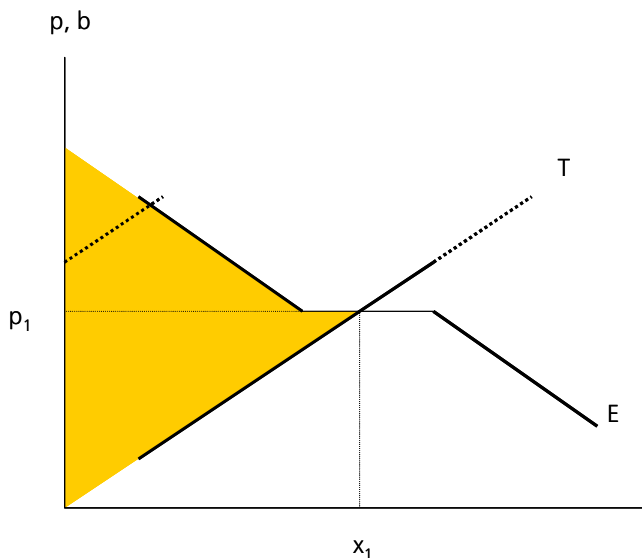
4.3a



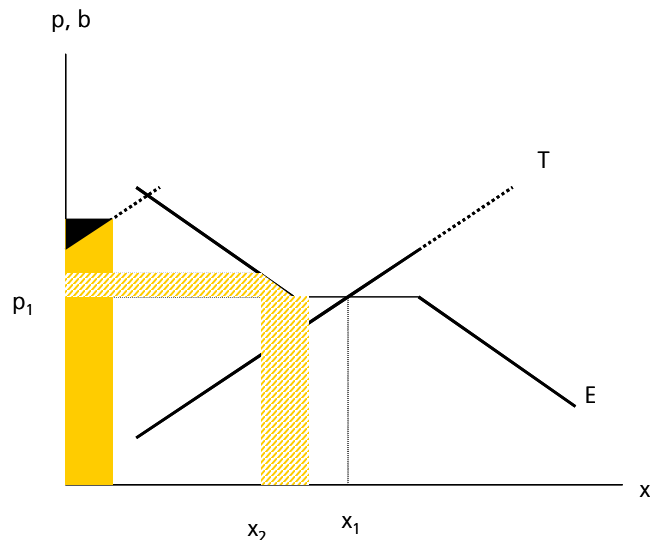
4.3c



4.3b



4.3d



4.3. Grønne sertifikater og subsidier

Et alternativ til å innføre grønne sertifikater, hvis målsettingen er å innføre en viss mengde grønn energi, er å benytte subsidier. I figur 4.4 har en sammenlignet situasjonen med grønne subsidier og situasjonen med grønne sertifikater. Det er en svært viktig forskjell mellom virkningen av disse to instrumentene. Subsidier minsker produsentenes kostnader ved å produsere med grønne teknologier. Kostnadene tas på det offentliges hånd⁶. I et marked vil dette bidra til å holde energiprisene nede og omsatt mengde energi vil bli

høyere enn den ellers ville ha blitt. Sertifikater derimot sørger for at grønne teknologier blir bygget og at kostnadene for dette fordeles ut i markedet gjennom kravet om en andel grønn energi. Markedet kan gi litt ulike fordelinger av kostnadene avhengig blant annet av handelsmulighetene slik som vist ovenfor. Generelt vil en imidlertid ikke klare å oppnå samme effekt som i sertifikattilfellet med bare subsidier som virkemiddel. Hvis en subsidierer for å få inn en viss mengde grønne teknologier, det vil si gir støtte for å gi dette konkurransefortrinn framfor annen teknologi, så vil prisen i markedet bli så lav at det blir en skyggepris på kapasitet. Dette gjør det lønnsomt for produsentene å bygge ut mer. Dermed blir både volum høyere og pris lavere enn i sertifikattilfellet. Derimot vil en kombinasjon av subsidier og avgifter under visse forutsetninger kunne gi samme tilpasning som i sertifikattilfellet. Dette

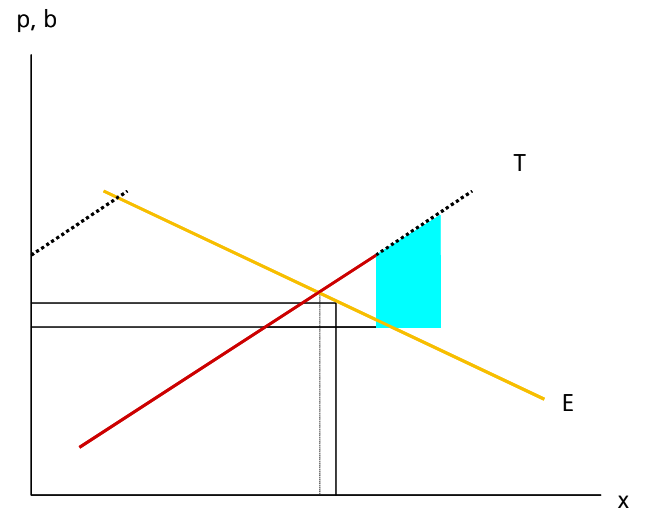
⁶ Det offentlige kan selvfølgelig ta igjen denne utgiften på andre måter, enten ved å endre andre skatter og avgifter eller ved å redusere andre utgiftsposter. Alt avhengig av hvordan dette gjøres kan dette få ulike implikasjoner for tilpasningen også på energiområdet, men en diskusjon av dette vil kunne bli svært omfattende hvis ulike alternativer skulle drøftes. Dette ser vi derfor bort fra i den videre drøftingen her.

krever imidlertid at en ikke benytter avgifter og subsidier som generelle virkemidler, men diskriminerer mellom de ulike grønne teknologiene etter marginal-kostnadene ved å bygge ut disse.

I praksis vil avgifter og subsidier gi en dårligere tilpasning enn i sertifikattilfellet. To virkemidler må tilpasses til ukjente grensekostnader, mens i sertifikattilfellet vil markedet finne beste løsning til de stigende grensekostnadene. I subsidietilfellet må det offentlige kjenne tilbudskurven for å kunne fordele subsidiene og

gjennomføre avgiftsfordelingen effektivt. I sertifikattilfellet bestemmes kun den grønne andelen, selv om en i praksis, se nedenfor, også må foreta noen praktiske tillempinger i dette tilfellet. Avgifter og subsidier vil dermed kreve vesentlig mer informasjon og dermed også mer administrasjon. Virkemidlene må dessuten tilpasses kontinuerlig. En mulig løsning på det siste kan være å invitere til anbud på subsidier. Det vil si å invitere til å gi anbud på hvor mye grønn energi en kan produsere for en viss mengde subsidier. For investor kan en subsidieordning virke tilsynelatende bedre, selv om den for samfunnet er dårligere. For ordens skyld minnes om at miljøavgifter er mer effektivt (til å innfri forureningsmålsetningen, men ikke nødvendigvis for fremme av fornybar energi) enn både sertifikater og en kombinasjon av subsidier og avgifter.

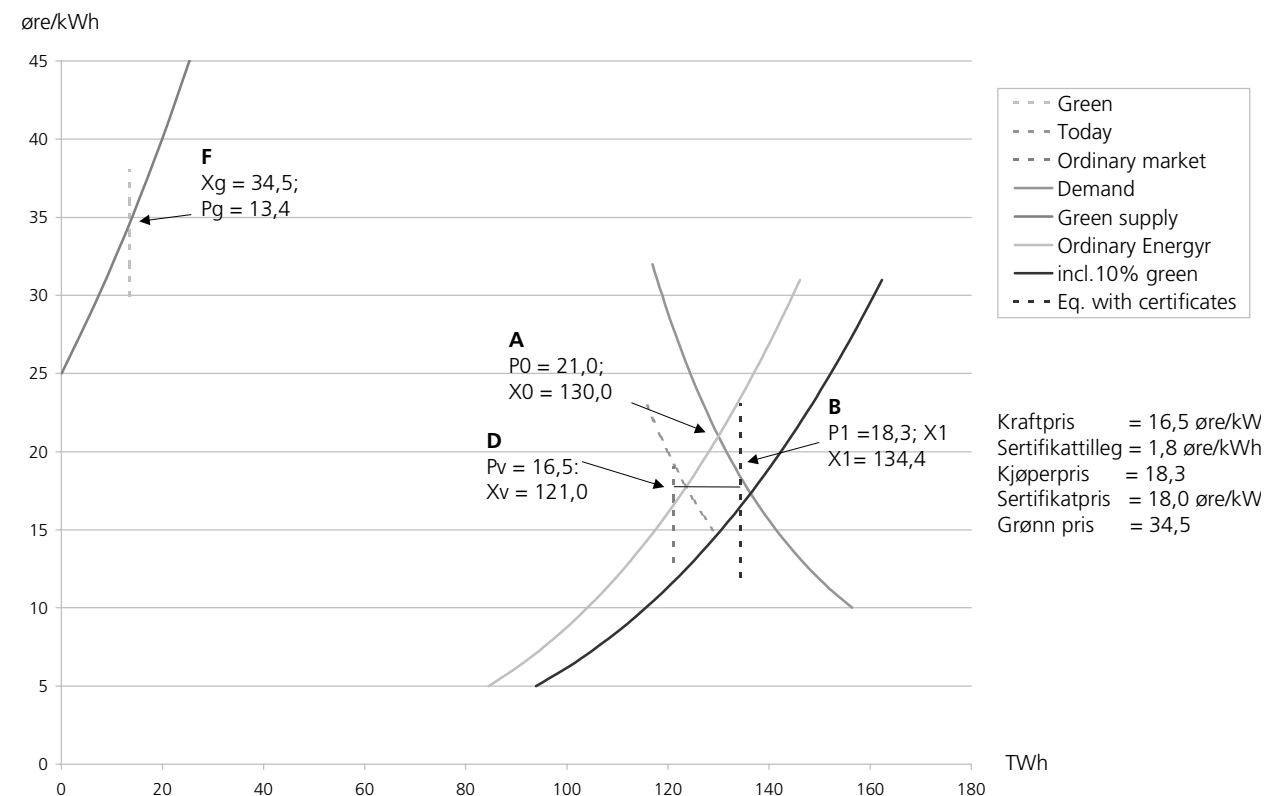
Figur 4.4. Grønne sertifikater og subsidier



4.4. Grønne sertifikater og autarki - en simulering

I figur 4.5. har vi simulert en situasjon med og uten grønne sertifikatorordninger i et tenkt energimarked. Vi har benyttet en partiell likevektsmodell for grønn og tradisjonell energi, se vedlegg A for en formalisert framstilling av modellen. Etterspørselen etter energi synker i dette markedet med prisen på energi og tilbudet stiger med prisen på energi. Vi antar at det i utgangspunktet er en likevekt i dette markedet med en mengde på 130 (X_0) og en pris på 21 (P_0) i punktet A. Vi antar at det finnes en tilbudskurve for grønne

Figur 4.5. En simulering av en grønn sertifikatandel på 10 prosent



teknologier (F). Den ligger høyere enn den ordinære tilbudskurven, eller alternativt utgjør den øvre del av den ordinære tilbudskurven. Myndighetene stiller nå et krav om 10 prosent grønn andel i etterspørselen etter energi. Dette vil skape et marked for grønne teknologier og grønne sertifikater som gjør det lønnsomt å realisere utbygging av grønn energi (F). Spørsmålet er nå hva som skjer med selgerpris, kjøperpris og omsatt volum energi i dette markedet.

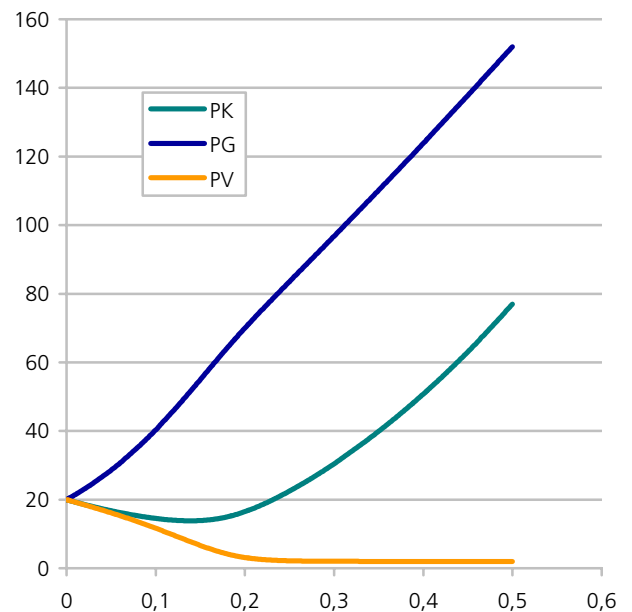
Den nye likevekten etter at grøntandelen er innført skjer ved en selgerpris i det ordinære energimarkedet på 16,5 (P_v i punktet D), en kjøperpris inklusive sertifikatet på 18,3 (P_1) og en etterspørsel på 134,4 (X_1), i punktet B. Både selger- og kjøperpris synker altså, og omsatt mengde øker. I vedlegg A har en vist at selv om dette kan synes kontraintuitivt så er dette et generelt poeng så lenge grønn energi utgjør en "liten" andel av den konvensjonelle energien, i dette tilfellet mindre enn om lag $\frac{1}{4}$ (se mer om dette i kapittel 4.5).

Siden selgerprisen går ned synker tilbudet av tradisjonell energi fra 130 til 121 (X_v), mens den grønne produksjonen øker fra 0 til 13,4, X_g (10 prosent) til en marginal enhetskostnad på 34,5 (P_g). Sertifikatprisen er da 18. Samlet produksjon øker fra 130 til 134,4 (X_1).

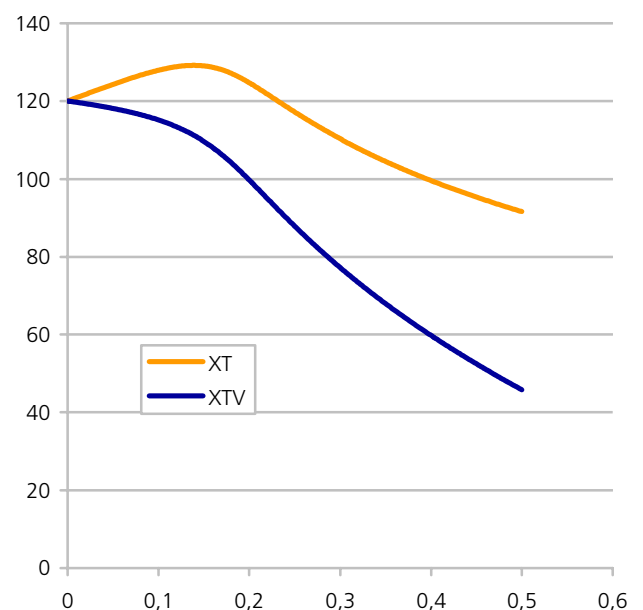
I denne situasjonen synker altså kjøperprisen, og omsatt mengde stiger i forhold til situasjonen uten grønne sertifikater. Hva skyldes denne kontraintuitive effekten? Hovedpoenget her er at tilbudskurven for tradisjonell energi stiger - det vil si det blir dyrere og dyrere å produsere energi når kvantum øker. Samtidig tvinger vi konsumentene til å kjøpe grønn energi. Gjennom selgerpris og sertifikatpris må konsumenten betale kostnadene ved å produsere denne. Deres betalingsvillighet i det ordinære markedet går ned siden de er tvunget til å tilfredsstille en del av konsumet gjennom det grønne markedet. En del av de tradisjonelle produsentene tvinges ut av markedet. En stigende tilbudskurve i dette markedet gjør da at selgerprisen vil falle. Hvis konsumentene skal akseptere de grønne sertifikatene så må de tradisjonelle produsentene skvises så mye at kjøperprisen faller for konsumentene. Selgerne tar hele tapet, mens konsumenten kommer gunstigere ut både gjennom større volum og lavere pris.

Legg merke til at en her sammenligner to statiske situasjoner; hva vil situasjon bli en gang i fremtiden uten denne ordningen sammenlignet med en situasjon med denne grønne ordningen? Et skift i etterspørselen utover i tid, som vil skje med økonomisk vekst, vil selvsagt bidra til stigende energipriser over tid både i tilfelle med grønne sertifikater og uten grønne sertifikater siden det er stigende grensekostnader ved produksjon med begge teknologier. Det en sammenligner her er framtiden med og uten en grønn ordning. Da vil stigningen i energiprisen bli minst med grønne sertifikater inntil en viss andel av kvoter er oppfylt, se neste avsnitt.

Figur 4.6. Prisutvikling ved økende grønne andeler



Figur 4.7. Volumutvikling ved økende grønne andeler



4.5. Hva skjer når den grønne andelen økes

I kapittel 4.4 viste vi at kjøperprisen på elektrisitet, inklusive sertifikatprisen, faktisk kan bli mindre i en situasjon med grønne krav enn likevektsprisen uten slike krav. Mange vil mene at dette er kontraintuitivt. Vi har nå benyttet samme modell som ble benyttet i kapittel 4.4 til å simulere utviklingen i prisen på det tradisjonelle markedet (PV), prisen på det grønne markedet (kjøperpris pluss sertifikatpris PG) og kjøperprisen inklusive en andel sertifikatpris (PK). Dette er framstilt i figur 4.6.

Tilsvarende har vi simulert hvordan *omsatt mengde energi totalt (XT)* og *omsatt mengde tradisjonell energi (XTV)* avhenger av den andelen grønn teknologi en forlanger, se figur 4.7.

I denne modellen synker kjøperprisen (PK), inklusive de grønne sertifikatene, med andelen grønt som forlanges helt til en andel på 0,15 (15 prosent grønt). Deretter stiger kjøperprisen til den er tilbake til sitt tidligere nivå ved en grøntandel på 0,27. Ved større andeler er kjøperprisen høyere enn kjøperprisen i frikonkurransemarkedet uten grønne restriksjoner, se figur 4.6.

Tilsvarende ser vi av figur 4.7 at omsatt mengde energi stiger ved introduksjon av grønne andeler, helt opp til en andel på 0,27. Forskjellen mellom et marked uten grønne andeler og et marked med grønne andeler er størst ved en andel på 0,15. Dette tilsvarer det punktet hvor kjøperprisen er lavest i det grønne markedet sammenlignet med det uregulerte markedet.

4.6. Grønne sertifikater og komplekse markeder

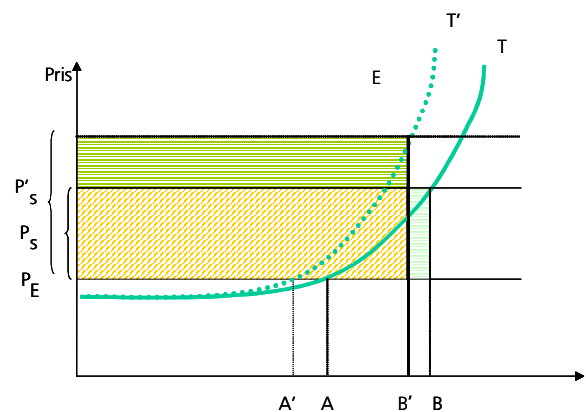
I praksis vil markedets omfang variere over tid. Siden tilgangen på primærenergi i mange markeder varierer (for eksempel for vannkraft i det norske systemet) og etterspørselen også varierer sterkt avhengig av blant annet temperaturforhold vil en stadig oppleve at markedet blir begrenset på grunn av begrensede transportmuligheter mellom de ulike delene av markedene. I disse begrensede markedene, og i selve begrensingen, ligger det svært forskjellige elastisiteter. Dette betyr at effektene av de grønne sertifikatordningene blir forskjellige over tid og rom.

Dette betyr at en dels vil stå overfor situasjoner som ligner på det som ovenfor er beskrevet som virkningene under autarki, dels situasjoner hvor en har netto import, dels netto eksport. Forholdet mellom tilbudselastisiteter og etterspørselstelasiteter vil endres kontinuerlig avhengig av hvem som er de marginale produsentene, hvem som er de marginale konsumentene etc. Virkningene er derfor svært komplekse, og en kan ikke komme nærmere et godt svar på dette uten å lage noen empirisk baserte modellkjøringer for å beskrive typiske situasjoner. Dette har vært for ambisiøst innenfor rammen av dette prosjektet og må eventuelt studeres i et utvidet prosjekt.

4.7. Sertifikatmarked, usikkerhet og støttesystem

Som nevnt ovenfor skal design av grønne sertifikatmarkeder også ta hensyn til at det skal være attraktivt å investere i slike energiteknologier. Investorer vil som oftest kreve en *liten* spredning (risiko) på den årlige inntekten fra den grønne teknologien. Det vil si at de vil ha stor grad av sikkerhet for avkastning av investeringen. Grønne teknologier vil imidlertid ofte

Figur 4.8. Varierende grønt tilbud - endringer i støttebeløp



være kjennetegnet ved fluktuerende produksjon og er derfor utsatt for en viss mengderisiko. Som eksempel kan nevnes vindmøller og vannkraft der produksjonen avhenger av værforholdene. Dessuten er mange av energimarkedene kjennetegnet ved store prisfluktasjoner i seg selv på grunn av store endringer i temperaturforhold (mye av energien går til oppvarming), endringer i tilgangen på primærenergi (for eksempel nedbør i et vannkraftsystem), eller markedsmessige endringer (f.eks. OPEC' s muligheter for å utnytte monopolmakt).

Hvis en legger opp til et støttesystem for slike teknologier basert på fast pristøtte per energienhet vil inntekten for en grønn produsent fluktuere i forhold til produksjonen. F.eks. vil et vindstille år medføre en lav samlet inntekt til en vindmølleinvestor.

I et grønt sertifikatmarked bestemmes prisen for grønne sertifikater ut fra likevekten mellom tilbud og etterspørsel etter grønne sertifikater. I et vindstille år vil for eksempel tilbudet av grønne sertifikater fra vindmøller bli mindre, og dette vil presse prisen opp. Dermed vil en mindre mengde bli oppveid av en høyere pris. Dette reduserer svingningene i den samlede inntekten for de grønne produsentene. Dette er illustrert i figur 4.8.

I figuren angir T' tilbudet av grønne sertifikater, jf. også figur 2.1, i et vindstille år i forhold til et normalt vindår, hvor tilbudet er T . Tilbudet av sertifikater heves fra T til T' , og likevektsprisen øker fra P_S til P'_S .

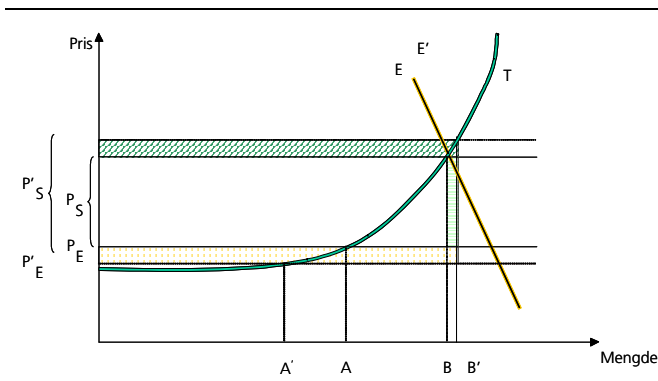
I det kjøperprisen stiger som følge av stigningen i sertifikatprisen⁷, vil den ønskede mengden tilsvarende falle fra B til B' . Denne mengdeendringen vil avhenge av hvor elastisk etterspørselen er (hvor bratt kurven er). Nedenstående tabell viser et eksempel, sett fra en investor i en vindmøllepark som produserer 10 GWh per år i et normalt vindår.

⁷ Dette er noe annet enn effekten av innføring av andeler som er drøftet i kapittel 4. Dette tilfellet kan imidlertid sammenlignes med å lage et skift i tilbudskurven for grønne teknologier. Dyrere grønne teknologier vil gi en høyere selger og kjøperpris enn billige grønne teknologier.

Tabell 4.1. Eksempel på tilpasning av sertifikatprisen og den tilhørende inntekt for en vindmøllepark - ved variasjoner i vindproduksjonen

kr/MWh	Normalår		Vindfullt år (stort tilbud av g)		Vindstille år (lite tilbud av g)	
Sertifikatpris	150	kr/MWh	100	kr/MWh	250	kr/MWh
El pris	150	kr/MWh	150	kr/MWh	150	kr/MWh
Samlet pris	300	kr/MWh	250	kr/MWh	400	kr/MWh
Vindproduksjon	10	GWh	13	GWh	7	GWh
Samlet inntekt	3 000	kkkr	3 250	kkkr	2.800	kkkr
Inntekt ved fastpris (300 kr/MWh)	3 000	kkkr	3 900	kkkr	2.100	kkkr

Figur 4.9. Varierende elektrisitetspris - endringer i støttebeløp



Nederst i tabellen finner en den inntekt investoren ville oppnå, hvis den grønne energien var blitt avregnet til en fast garantipris på 300 kr/MWh. Som en ser er spredningen av den årlige inntekten mindre ved et grønt sertifikatsystem enn ved et støttesystem med fast garantipris.

Det grønne sertifikatmarkedet tilpasser sig også fluktuasjoner på el-markedet. Hvis man f.eks. har et år med meget lave el-priser ("våtår"), vil sertifikatprisen bli tilsvarende høyere, se figur 4.9. Figuren viser at elektrisitetsprisen og sertifikatprisen kan være negativt korrelert. En fallende elektrisitetspris medfører en større etterspørsel etter elektrisitet. Dermed vil også etterspørselen etter grønne sertifikater stige jf. kvoten, fra B til B'. En fallende elektrisitetspris, fra P_E til P'_E , vil dermed medføre en voksende sertifikatpris, fra P_S til P'_S . (For en mer omfattende analyse av samspillet mellom elektrisitetsprisen og sertifikatprisen, se Jensen og Skytte (2002).

I forhold til et grønt sertifikatsystem, kan et system med fast garantipris sikre en mer stabil inntekt til grønne produsenter som produserer i alle tre tilfelle, men et slikt marked kan også være stabiliserende i seg selv som vist i tabell 4.1 . Siden etterspørselen stiger når elektrisitetsprisen er lav, vil man imidlertid få implementert mer fornybar grønn teknologi i år med lave elektrisitetspriser. På denne måten har begge systemer fordeler og ulemper.

5. Andre aspekter ved grønne sertifikatmarkeder

Foran har vi diskutert noen ulike markedsforhold som er viktige ved drøfting av virkningen av grønne sertifikater i energimarkedene. Nedenfor vil vi se på noen andre aspekter slik som begrensede markeder i regioner etc, forholdet til teknologisk utvikling generelt og umodne teknologier spesielt, frivillighet i stedet for tvang og litt om forholdet til varmemarkeder.

5.1. Lokale, regionale eller internasjonale sertifikatmarkeder

Desto større område sertifikatmarkedet dekker, desto større sannsynlighet er det for at man kan utnytte geografiske ulikheter, og derved oppnå den ønskede utbygging billigere enn ved flere separate, regionale markeder. På samme måte som i de tradisjonelle energimarkedene gjelder det å utnytte de komparative fortrinn i energiproduksjon. En optimalisering av nytten ved energiproduksjon oppnås samtidig ved å utnytte at de marginale betalingsvillighetene i ulike markeder i utgangspunktet kan være forskjellige.

De grønne sertifikatene er ideelle for handel på tvers av landegrenser, da de handles som finansielle aktiva med minimale transaksjonskostnader. Kjøper man et utenlandsk sertifikat kan man få godskrevet dette i sin kvote, selv om den grønne energien blir produsert i et annet land. På denne måten kan man fullt ut utnytte de fordeler dette medfører samfunnsøkonomisk. F.eks. vil Norge med sitt tilsynelatende store potensiale med vindkraft i prinsippet, kanskje ikke økonomisk, kunne eksportere sertifikater til det europeiske kontinent, hvor produksjonsomkostningene er større.

Alt dette krever imidlertid at man har resiproke systemer. F.eks. skal et utenlandsk sertifikat ha samme egenskaper som et norsk, blant annet mht. definisjonen av grønne teknologier. Man bør imidlertid bestemme seg om utbyggingspolitikken for grønne teknologier er en nasjonal målsetting som har andre politiske bindeledd. Hvis man for eksempel ønsker å binde en lokal arbeidsmarkedspolitikk på utbyggingen av grønn energi i et område med lav sysselsetting, så vil et internasjonalt marked ikke garantere at utbyggingen skjer nettopp her. I dette tilfelle er det kun et lokalt marked som vil ha den ønskede effekten.

Ved en åpning for at en kan handle med grønne sertifikater over landegrenser introduseres flere komplikasjoner. En internasjonalisering av grønne sertifikatmarkeder medfører at vi kan dra fordeler av eventuelle billige grønne teknologier internasjonalt - det vil si at prisen i sertifikatmarkedet faller. Vi får et skift i den grønne delen av tilbudskurven i figur 4.1. Vi antar nå at det internasjonale sertifikatmarkedet i utgangspunktet har en tilbudskurve som gjenspeiler kostnadene ved de grønne teknologier internasjonalt. Deler av dette tilbudet vil rette seg mot det norske markedet for sertifikater. Den aggregerte tilbudskurven i Norge vil inkludere import fra utlandet. En mindre mengde grønn teknologi vil utvikles i Norge, mens en større mengde energi, til lavere pris, vil bli etterspurt i Norge. Dette betyr økt import.

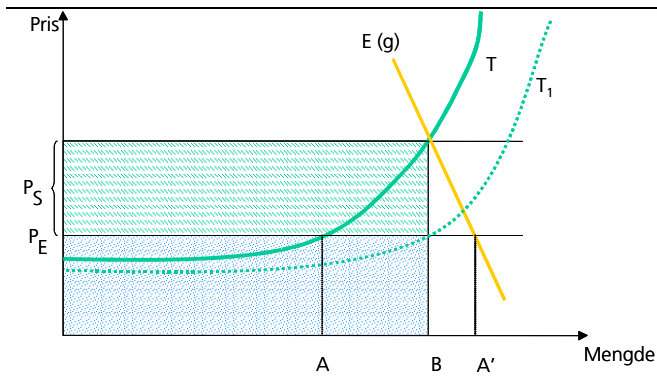
Hvis prisen i de grønne sertifikatmarkedene internasjonalt er høyere enn prisen i det rene nasjonale markedet for sertifikater derimot (det vil si at grønn energi er dyrere å produsere internasjonalt enn nasjonalt), vil åpning av markedet mot andre land medføre en prisstigning også hjemme. Da får vi en eksport av norske sertifikater, høyere pris nasjonalt og mindre omsatt volum energi nasjonalt.

5.2. Teknologisk forbedring og læring

Foran har vi diskutert grønne sertifikatmarkeder under forutsetning av gitte teknologier. For mange er imidlertid et hovedpoeng med grønne sertifikatmarkeder at man skal stimulere til innovasjon og kostnadsreduerende teknologisk utvikling for de grønne teknologiene. Under denne forutsetning vil det grønne sertifikatmarkedets suksess først virkelig vise seg, hvis det gjør seg selv overflødig.

Hvis det over tid skjer en teknologisk forbedring av de grønne teknologiene vil deres produksjonskostnader falle. Fallende kostnadene ved de grønne teknologiene til et nivå under elektrisitetsprisen, vil sertifikatprisen bli null. Dvs. de grønne teknologier er konkurransemodne nok til å oppfylle de grønne kvotene uten støtte fra grønne sertifikatmarkeder. Dette er illustrert i figur 5.1 ved at tilbudet flyttes fra T til T' . I dette tilfellet har det grønne sertifikatmarkedet utspilt sin rolle som

Figur 5.1. Reduksjon av kostnadene for grønne teknologier som følge av teknologiforbedringer



støtteinstrument til umodne grønne teknologier. Det normale, i hvert fall i en periode, vil heller være at produksjonskostnadene faller, men ikke tilstrekkelig til at de blir lønnsomme i et fritt konkurransemarked. I dette tilfelle vil prisen i markedet falle og belastningen på produsentene, alternativt konsumentene bli mindre.

5.3. Umodne, grønne teknologier og F&U

De forskjellige grønne teknologiene kan også være på forskjellige teknologiske og effisiente nivåer. Da det grønne markeder kun premierer de *mest* effektive teknologiene og de mest effektive plasseringer, vil det skje en lock-in av relativt effektive grønne teknologier og en lock-out av umodne grønne teknologier. Det er spesielt her at det grønne sertifikatmarkedet kommer til kort.

Man kan risikere å hindre utviklingen av lovende teknologier med en høy læringsrate, som enda ikke er like effektive som de teknologier som er "in". Man kan derfor være nødt til å sette i gang parallelle støttetiltak, for å sikre en diversifikasjon av teknologiporteføljen og for å unngå lock-out av lovende teknologier. F.eks. kan man innføre teknologispesifikk F&U-støtte, investeringsubsidier, lisenser o.l., som kan løpe parallelt med det grønne sertifikatmarkedet.

Dette skal imidlertid gjøres med nennsom hånd, da man ved for mye inngrep kan forstyrre prisdannelsen på det grønne sertifikatmarkedet og derved hindre at det virker som planlagt.

5.4. Frivillig etterspørsel etter grønn energi – grønne merker

Flere land har innført ordninger med mulighet for frivillig etterspørsel etter grønn elektrisitet, se for eksempel Brekke (2000) for en referanse til slike land. I Brekke nevnes at det kan finnes ulike årsaker til at konsumenter frivillig vil kjøpe elektrisitet basert på grønn teknologi selv om denne er dyrere enn elektrisitet basert på tradisjonelle teknologier. En forklaring, hentet fra Andreoni (1990), bygger på at en da får oppfylt en følelse av å ha gjort noe samfunnsnyttig (warm glow), og at en har en betalingsvillighet

for å oppnå denne følelsen. Brekke etablerer en modell for å studere virkningen på elektrisitetsmarkedet av en slik "warm glow". Modellen opererer med to goder - et tradisjonelt og et miljømerket gode - som bortsett fra miljøaspektet har samme egenskaper som det tradisjonelle godet. I vanlig teori skulle en kunne forvente å finne at jo dyrere godet er jo mindre vil bli etterspurt av godet. I kapittel 4 fant vi at denne konklusjonen var forhastet når konsumenten ble påtvunget dette godet gjennom et krav om at det grønne godet skulle utgjøre en viss andel av den totale etterspørselen etter godet (både tradisjonelt og grønt). Brekke finner at det kontraintuitive poenget drøftet foran også gjelder i tilfellet med frivillighet.

5.5. Grønne sertifikater, elektrisitet og varme

Grønne sertifikater for elektrisitet og varme kan arte seg svært forskjellig alt avhengig av om en ser på sentrale varmeanlegg kontra sentrale grønne kraftteknologier, lokale varmeanlegg kontra lokale kraftteknologier eller en kombinasjon av disse. Samspillet mellom varmemarkedet og markedet for elektrisitet gjennom grønne sertifikater er et ytterligere kompliserende punkt.

Elektrisitet kan omsettes gjennom et ledningsnett. Grønne sertifikater omsettes gjennom finansielle markeder. Det eksisterer dermed store markeder med mange aktører for begge produktene som sikrer kostnadseffektiv produksjon og omsetning.

For varme er det snakk om mer lokale markeder av flere grunner. Investeringskostnadene per fraktet enhet varme kan være store. Dette begrenser markedets omfang, og dermed reduseres også konkurransen og mulighetene for å finne kostnadseffektive løsninger for et grønt sertifikatmarked. Et hovedspørsmål nå kan være om en indirekte kan skape et grønt sertifikatmarked for varme i konkurranse med grønne sertifikatmarkeder for elektrisitet.

La oss anta at en kan definere et grønt energisertifikatmarked og at alle energiteknologier inklusive elektrisitet og varme kan transformeres til like enheter i et slikt marked. Det betyr at en i varmemarkedet i prinsippet kan få utstedt sertifikater som kan omsettes i et sertifikatmarked som omfatter både elektrisitet og varme. I praksis vil imidlertid dette være vanskelig av flere årsaker. For det første vil det være vanskelig å lage den overgangen som kan gjelde ved definisjon av grønn energi i varme og i elektrisitetsmarkedet. Dette innebærer at det ikke vil være fullstendig transparente markeder. Uten en slik overgang vil dermed et felles marked vanskelig gjøres. Prisen på grønne sertifikater kunne en også tenke seg ble satt i varmemarkedet gjennom elektrisitetsmarkedet hvis det var perfekt substitusjon mellom elektrisitet og varme. Dette vil imidlertid neppe være tilfelle.

6. Mulig organisering av et grønt sertifikatmarked for el i Norge

I dette kapittelet vil vi gå nærmere inn på hva en mener med grønn teknologi i kraftmarkedet, hvem som skal tilby og kjøpe dette, under hvilke betingelser og hvor lenge en skal behandle slik teknologi som ekstraordinær vare i markedet i form av at spesielle virkemidler må nyttes. En vil også kort komme inn på om vi fritt kan definere hvilke teknologier som kan oppfattes som grønne eller om dette må fastsettes i en internasjonal kontekst. Sikring av et velfungerende marked for grønne sertifikater krever oppfyllelse av en rekke reguleringsoppgaver, som vil bli diskutert i kapittelet.

Forskningscenter Risø i Danmark har i samarbeide med andre europeiske forskningsinstitutter gjennom prosjektet REBUS (se REBUS (2001)), utarbeidet en egen publikasjon, Voogt et al (2001), der de blant annet har sett på oppnåelige potensialer og forventede kostnader er for fornybar energi både i de enkelte medlemsland og på EU-nivå. I prosjektet ble det bygget en egen økonomisk modell som har gjort det mulig å sammenligne potensialer og kostnader på tvers av landegrenser. Denne modellen har blant annet vært brukt til å beregne konsekvenser av forskjellige fordelinger av utbyggingskostnadene (populært kalt de grønne kvotene).

6.1. Hva er grønn strøm?

Et sertifikatmarked krever en sertifisering av den elektrisiteten som har adgang til markedet. Dette innebærer en sertifisering av:

- grønne anlegg
- grønn el-produksjon fra disse anleggene

Disse to tingene behøver ikke være sammenfallende, da en produsent av elektrisitet fra biomasse godt kan bruke en viss andel ikke-sertifiserte brenslere (f.eks. olje), jf. nedenfor. Det er meget viktig for sertifikatmarkedets troverdighet at sertifiseringsprosedyren fungerer ensartet og pålitelig. Den nødvendige kontroll for å oppnå dette må derimot begrenses slik at ikke transaksjonskostnadene blir for store. Disse kontrolloppgavene blir selvsagt større når/hvis det nasjonale markedet utvides til et internasjonalt marked.

I Europa finnes i dag meget forskjellige avgrensninger av grønn elektrisitet. De enkelte landenes valg av avgrensning er typisk blitt utformet i tilknytning til nasjonale støtteordninger for fornybar energi. Det betyr bl.a. at de skal ta hensyn til de teknologiene og brenslene, som av forskjellige grunder har en særlig status i det enkelte land, og som andre land kanskje finner det merkelig å kalle grønn energi (f.eks. brenning av torv). Dette kan være et viktig hinder for senere integrering av nasjonale energimarkeder i et internasjonalt marked for grønne sertifikater.

I den senere tid er det også kommet ytterligere miljøkrav som må oppfylles før en kan få kvalifisering som grønn elektrisitet – f.eks. bestemte økologiske krav til dyrking av biomasse.

6.1.1. Europeiske definisjoner

Den mest omfattende definisjon av grønn elektrisitet finnes hos RECS (Renewable Energy Certificate System), som er en organisasjon opprettet av fortrinnsvis europeiske kraftselskaper med tanke på å utarbeide standarder for et europeisk sertifikatmarked. I deres *Basic Commitments for participants in RECS* heter det: "Renewable energy is all energy excluded that generated from fossil or nuclear fuels".

I EU's direktiv for fornybar energi (EU, 2001) følger man stort sett denne definisjonen. Her er følgende definert som grønne energikilder:

1. Vindkraft
2. Solenergi
3. Geotermisk energi
4. Bølge- og tidevannsenergi
5. Vandkraft
6. Biomasse, som defineres som den biologisk nedbrytelige del av produkter, avfall og rester fra landbruk (både vegetabiliske og animalske emner), skogbruk og beslektede industrier samt den biologisk nedbrytelige del av industri- og husholdningsavfall.
7. Deponigas
8. Gass fra spillvannsanlegg og biogass

Fornybar elektrisitet defineres som:

- Elektrisitet produsert i anlegg der kun grønne energikilder inngår
- Den andel av den produserte elektrisitet, som kommer fra grønne energikilder, i hybridanlegg, som også anvender konvensjonelle energikilder
- Elektrisitet fra grønne energikilder, som anvendes til å fylle lagersystemer

Av de nevnte teknologier er følgende uproblematisk:

- Vind
- Sol

For vannkrafts vedkommende er de havbaserte teknologiene inntil videre uproblematisk (men spiller heller ingen praktisk rolle), mens det i visse land (f.eks. Danmark og Sverige) er restriksjoner med hensyn til størrelse for elve- og fossekraft (se nedenfor). EU-direktivet skiller ikke mellom store og små vannkraftanlegg, men krever at kapasiteten på de produserende anlegg oppgis, slik at de enkelte land selv kan sette grenser for store og små vannkraftanlegg. Argumentet for å utelukke store anlegg er først og fremst at de ikke har behov for støtte. Men med dagens miljøforståelse kan det også være et problem at nye anlegg vil kreve meget store inngrep i naturen og derfor ikke tilgodeser det bredere miljøhensyn, som ligger bak tanken om introduksjon av grønn elektrisitet. I henhold til diskusjonen ovenfor om umodne teknologier (avsnitt 5.3) er det mer et spørsmål om vannkraft overhode har bruk for støtte. Realistisk sett er det mer de umodne teknologiene som har behov for støtten. De alvorlige avgrensingsproblemer oppstår når vi går over til de brenselbaserte teknologiene med brensel fra biomasse og avfall.

6.1.2. Danmark

Danmark følger som utgangspunkt EU's definisjon av grønn energi, jf. direktivforslaget fra 2000 (se COMM(2000)). Her skilte man mellom store og små vannkraftanlegg ved en 10MW grense. Denne grensen er fjernet i det endelige direktivet men er fortsatt i det danske utspillet, dvs. at følgende teknologier inngår:

1. Vind
2. Sol
3. Geotermisk energi
4. Bølgekraft
5. Vannkraft (< 10 MW)
6. Biomasse (herunder vegetabiliske og animalske avfallsprodukter, som er bionedbrytbare).

For elektrisitet produsert på alminnelige (kommunale og felleskommunale) avfallsforbrenningsanlegg fravikes den europeiske definisjon da dette normalt ikke aksepteres som grønn elektrisitet. Argumentet er her at disse anleggene primært skal være non profit avfallsbehandlingsanlegg. Dermed er det ikke naturlig å la disse inngå i et marked med fri prisdannelse for elektrisitet. Hvis bioavfall derimot brukes som brensel på spesielle anlegg, f.eks. slakteriavfall ved produksjon

av biogass eller avfall fra treindustrien i sentrale og desentrale kraftvarmeanlegg, defineres den produserte elektrisiteten som grønn elektrisitet.

Torv anses i Danmark ikke for å være et grønt brensel, da det ikke er en fullt ut fornybar ressurs (betinget fornybar og begrenset)

Hvis utenlandske sertifikater skal kunne brukes til å oppfylle den danske kvoten, vil myndighetene som utgangspunkt kreve at den danske definisjon av grønn energi benyttes.

6.1.3. Sverige

I den svenske betenkningen om grønne sertifikater (SOU 2001:77) finnes en meget grundig diskusjon omkring de avgrensninger av teknologier som det kan utstedes sertifikater for. I forslaget til ny lov inngår følgende teknologier:

1. Vindkraft
2. Solenergi
3. Geotermisk energi
4. Visse typer biobrensel (se nedenfor)
5. Bølgeenergi
6. Vannkraft i eksisterende anlegg, som ved lovens ikrafttredelse kan prestere en effekt på maks 1,5 MW
7. Vannkraft i anlegg, som ikke har vært i drift etter d. 1. juli 2001, men som tas i drift etter lovens ikrafttredelse
8. Større installert effekt i eksisterende vannkraftanlegg i det omfang effekten økes gjennom foranstaltninger, som gjennomføres etter d. 1. juli 2002.
9. Vannkraft, som produseres i anlegg, som for første gang tas i drift etter d. 1. juli 2002

Spesielt om vannkraften heter det:

"Om flera sådana anläggningar som avses i första stycket sjätte punkten är belägna i närheten av varandra och gemensamt matar in el på ledningsnätet, skall anläggningarna anses som separata anläggningar vid tillämpningen av denna lag. Om särskilda skäl föreligger får Statens energimyndighet, efter ansökan från anläggningens innehavare, besluta att el som produce-rats i annan vattenkraftanläggning än sådan som avses i första stycket punkt sex skall berättiga innehavaren till certifikat".

Den svært detaljerte beskrivelsen av vannkraft bygger på en forutgående analyse av det samlede svenske potensiale for utbygging av vannkraft, som ikke vil bety en miljøforringelse av de svenske vassdrag. Dette potensiale vurderes å være ca. 8,5 TWh i et normalår. Det antas samtidig at utnyttelsen av dette potensialet kun vil være økonomisk attraktivt med støtte.

I lovutkastet henvises til melding fra Statens Energi-myndighet om godkjente biobrensler. I utredningen (og vedlegg 2 til utredningen) finnes en grundig diskusjon av avgrensningen av biomasse/biobrensler, som kan kvalifisere til sertifikater. Diskusjonen tar utgangspunkt i de regler som i dag gjelder for investeringsstøtte til kraftvarme fra biomasse. Dette fører til følgende avgrensning:

”De generelle vilkårene for at anlegg blir berettiget sertifikat bør være:

Ikke forurensende biobrensler

1. Skogsstyrelsens allmenne råd og retningslinjer for skogbruket, inklusive uttak av skogsbrensel, næringskompensasjon og asketilbakeføring skal følges.
2. Utslippsvilkår og andre vilkår i henhold til nasjonale tilstandsbeslutninger.

Andre brensler med biologisk utgangspunkt, slik som visse typer avfall, restprodukter m.m.

1. Skjerpede utslippsvilkår på linje med EG-direktivet om avfallsforbrenning.
2. Asken skal håndteres på et måte som er godkjent av en tilsynsmyndighet.
3. For husholdningsavfall skal avfallet oppfylle Naturvårdsverkets sorteringsforskrifter med støtte av renholdsforordningen”.

Energimyndighetene anser torv for å være et grønt brensel. Av hensyn til EU og til de spesielle klimaspørsmålene som er forbundet med torv, unnlater de å ta med det som et sertifikatberettiget brensel.

Det skal være full overensstemmelse mellom den energi som produseres fra grønne brensler, og mengden av utstedte sertifikater – f.eks. kan et anlegg som bruker 90 prosent grønne brensler kun få utstedt sertifikater, som motsvarer 90 prosent av energiproduksjonen.

Endelig gjøres det oppmerksom på de særlige problemer som er knyttet til importerte brensler, som man av konkurransehensyn ikke kan kreve oppfyller Skogstyrelsens og Miljøstyrelsens retningslinjer.

6.1.4. Tyskland

Da Tyskland ikke for tiden overveier å innføre et sertifikatmarked, er definisjonen fastsatt for å avgrense de anleggene, som kan få støtte etter den tyske lov om grønn elektrisitet (år 2000 og 2001). Det handler om følgende:

1. Vind
2. Sol (anleggskapacitet < 5 MW eller 100 kWp)
3. Geotermisk el
4. Vannkraft (anleggskapacitet < 5 MW)

5. Gas fra deponianlegg, spillvannsrensning og minedrift (anleggskapacitet < 5 MW)
6. Biomasse (herunder vegetabilsk og animalsk avfall i anlegg med en kapasitet < 20 MW, dog forutsatt at avfallet ikke inneholder miljø- eller sunnhetsfarlige stoffer)

Anlegg, som ellers kvalifiserer til støtte, men som eies mer enn 25 prosent av forbundsrepublikken eller forbundsstatene, er ikke støtteberettigede.

6.2. Reguleringsmyndighetens rolle

Sikring av et velfungerende marked for grønne sertifikater krever oppfyllelse av en rekke reguleringsoppgaver. Noen av disse oppgavene er "politiske" og må derfor ivaretas av myndighetene. Andre er mer tekniske og kan derfor delegeres.

1. *Sertifisering av teknologier som grønne.* Dette handler både om å fastlegge hvilke teknologier som har adgang til markedet (f.eks. vannkraft under 10 MW, men ikke over), men også om å kontrollere, at produksjonen i de grønne verkene oppfyller kravene. Dette er uproblematisk for noen teknologier som vindkraft og solceller, men slett ikke enkelt for andre teknologier som biobrensler (torv) og avfall (fra ubehandlet eller behandlet tre). En rekke forbrenningsprosesser kan bruke både "rene" og "urene" brensler, dvs. det er ikke tilstrekkelig bare å sertifisere kraftverket. Det må også stilles krav til det anvendte brenselet. Hvis sertifikatmarkedet er internasjonalt, blir denne oppgaven særlig vanskelig fordi ensartede kriterier skal sikres i de deltagende landene.
2. *Utstedelse av grønne sertifikater.* Denne oppgaven må ivaretaes i samarbeide med nettoperatorene, som måler den produksjonen, som tilflyter nettet fra de sertifiserte produsentene.
3. *Utstede langsiktige mål for utbygging av grønne teknologier, dvs. fastsette den grønne kvoten for de kommende årene.* Det er viktig for investorer i grønne teknologier, at de har tillit til de langsiktige rammer for det grønne sertifikatmarkedet.
4. *Bestemmelse av et prisloft, dvs. den straffeavgift pr kWh som forbrukere, som ikke har kjøpt sertifikater nok til å oppfylle sin kvote, skal betale.* Hvis det inngår markedsvurderinger i fastsettelsen av prisloftet (jfr. avsnitt 6.2.4 nedenfor), så blir det en svært komplisert oppgave, som krever løpende kontroll med markedets prissignaler. Hvis f.eks. prisen på sertifikater i en lengre periode tenderer til å bryte gjennom prisloftet, så er det et signal om at prisloftet eller kvoten må tas opp til revisjon.
5. *Hvis det også innføres en minimumspris for å sikre de grønne produsentene et minstebidrag fra sertifikatmarkedet, må myndighetene forplikte seg til å kjøpe opp sertifikater, når prisen rammer bunnen.*
6. *Kontroll med kvoteoppfyllelse.* Det må opprettes en kontrollmekanisme, som sikrer at forbrukerne har

oppfylt sin kvote ved å kjøpe grønne sertifikater og som inndrar de brukte sertifikatene.

7. *Levetid.* Det skal besluttes hvor lang tid sertifikatene skal være gyldige. Dette er meget viktig for den langsiktige prisdannelsen i sertifikatmarkedet.
8. Hvis det finnes nye "*umodne teknologier*", som ikke kan klare sig på sertifikatmarkedet på nåværende tidspunkt, men som forventes å kunne det på lengre sikt, må det tas stilling til hvordan de kan tildeles ekstra støtte uten å vri konkurransen. Noen av de mekanismene, som er foreslått for å løse dette problemet (adskilte sertifikatmarkeder for mer og mindre modne teknologier) nedsetter likviditeten og dermed markedets effektivitet. Timingen av den ekstra støtten - og ikke minst det å bestemme når den skal opphøre - er også en vanskelig oppgave.
9. *Kontroll av markedsrett.* Sertifikatmarkedet kan på samme måte som andre markeder være preget av dominans og misbruk (i Danmark kan for eksempel i dag tilbudet av sertifikater fra vindmøller i verste fall bli dominert av 2-3 tilbydere).

Opprettelsen av et sertifikatmarked krever altså en del ekstra administrasjon, som er en samfunnsøkonomisk kostnad knyttet til denne form for støtte til grønn energi. Ved sammenligning av kostnadseffektiviteten med andre instrumenter må dette tas med - f.eks. finnes det i dag allerede et apparat til å håndtere avgifter. Det betyr at merkostnadene ved endringer av energiavgiftene formodentlig derfor vil være begrenset.

6.2.1. Sertifisering av teknologier som grønne

For at en produsent kan få tildelt grønne sertifikater må hans produksjonsteknologi inngå som en av de teknologier som er definert som grønne, støtteverdige teknologier. Dessuten skal selve hans produksjonsanlegg være godkjent. Dvs. både anlegget og teknologien skal være godkjente som grønt. Det vil som regel være energimyndighetene som står for selve godkjenningen av anlegg og teknologier. I lovforslagene fra hhv. Danmark og Sverige, er det derfor Energistyrelsen i Danmark og Statens Energimyndighet i Sverige som har det overordnede ansvar.

For å godkjenne et anlegg som grønt skal myndighetene vurdere om produksjonen ved verket/anlegget oppfyller kravene til de grønne teknologiene. For visse teknologier vil det være en klar avgrensning i selve teknologien (f.eks. sol og vind) mens det for andre kan være nødvendig med en spesiell avgrensning. En rekke anlegg vil ha mulighet for å anvende forskjellige kombinasjoner av brensler, som ikke alle berettiger grønne sertifikater. Da de grønne sertifikatene utstedes i takt med avregningen av el-produksjonen (evt. ved innmatningen i nettet) vil godkjennessystemet for disse anleggstypene inneholde en form for sertifisering av brenselanvendelsen på de enkelte anlegg og tidspunkt for produksjon. Dette vil kreve et samarbeide

mellom myndighetene og den ansvarlige for utstedelsen av sertifikater (den system- eller nettansvarlige, jf. diskusjonen nedenfor).

Både i Sverige og i Danmark har man i utgangspunktet åpnet for å la et grønt sertifikat representere en produksjon på 1 megawattime (1MWh) elektrisitet fra godkjente, grønne teknologier.

Hvis man ønsker å merke de enkelte sertifikater med typespesifikasjon for opprinnelsesteknologi, vil det kreve en spesifisering i sertifiseringen av teknologi-anleggene. F.eks. benytter man i Danmark et stamdata-register for vindkraftanlegg, der det for de enkelte anlegg er spesifisert opplysninger om tilslutning (netselskab, tidspunkt), tekniske egenskaper (effekt, høyde, rotordiameter), plassering (matrikelnummer, stedskoordinater), eierforhold (navn, selskapstype), produksjon, avregningsform, m.v.

Tilsvarende vil de øvrige grønne teknologiene bli spesifisert i et register. Utformningen av de danske grønne sertifikatene forventes å inneholde ovenstående detaljopplysninger som følger RECS' konvensjon. Denne konvensjon sier at hvert sertifikat skal inneholde følgende opplysninger:

- Unikt løpenummer
- Referanse til utstedende organ
- Referanse til det fornybare energianlegget, der den underliggende produksjon har funnet sted.
- Utstedelsestidspunkt.
- Energiteknologi /-kilde.
- Angivelse av om offentlig investerings- og/eller produksjonsstøtte er mottatt.
- Installert kapasitet.

Dermed virker sertifikatet som opprinnelsesgaranti (jf. EU's krav om sertifisering av opprinnelse, EU 2001/77/EF) samtidig med at det åpnes mulighet for at forbrukerne får valgmulighet med tanke på å støtte bestemte typer anlegg og/eller teknologier, hvis de har preferanser for dette.

6.2.2. Utstedelse av grønne sertifikater.

Utstedelsen av grønne sertifikater er en kontinuerlig prosess som baseres på den registrerte mengde av produsert elektrisitet fra et sertifisert anlegg. Tildeling og utstedelse av sertifikater til de godkjente teknologiene svarer på mange måter til andre former for avregning av miljøvennlig strøm, hvor tilskuddet avhenger av den produserte mengden (f.eks. ved avregning med fast garantipris). Det har i mange land vært den systemansvarliges oppgave å stå for denne avregningen. Derfor er det naturlig at den systemansvarlige, parallelt med annen form for avregning, overtar utstedelsen av sertifikater til de godkjente grønne teknologiene i henhold til det antall megawattimer grønn elektrisitet det enkelte anlegget produserer. I Sverige er det derfor Affärsverket

Svenska Kraftnät som overtar denne oppgaven. I Danmark, hvor det er to systemansvarlige virksomheter, vil man i vest ha Eltra og i øst ha Elkraft System.

I teksten antar vi at etterspørselen etter sertifikater kom fra en kjøpsforpliktelse på forbrukerne. Alternativt kan denne forpliktelsen legges på produsenter og importører av energi. Dvs. for hver gang man selger 100 enheter energi i Norge skal man tilsvarende kunne forevise en viss del sertifikater svarende til den grønne kvoten.

De grønne produsentene vil kunne selge sine sertifikater, og de "sorte" produsentene vil ha behov for å kjøpe sertifikater. I den europeiske debatten om grønne sertifikater har man hittil vært tilbakeholden med å pålegge forpliktelsen på produsentsiden, da man har vært redd for å vri konkurransen på el-markedet.

Italia er inntil videre det eneste land i EU som har lagt forpliktelsen til kjøp av sertifikater over på produsent- og importsiden, hvor de fleste andre land legger den på forbrukssiden. Skytte (2001) argumenterer for at en forbruksforpliktelse kan ha u hensiktsmessige effekter i forhold til en produsentforpliktelse.

6.2.3. Fastsettelse av den grønne kvoten

Det er energimyndighetene som fastsetter kvotens størrelse. I praksis vil dette skje i henhold til utbyggingsplaner for fornybar energi samt andre energi- og miljømål. I Sverige vil det formelt være Riksdagen som godkjenner og fastsetter kvoten.

For å sikre troverdighet og stabilitet i etterspørselen etter grønne sertifikater, vil det være et ønske om å kjenne kvotene over en lengre periode. Dette ønske vil spesielt komme fra de aktører i markedet som investerer i sertifiserte, fornybare energianlegg. De vil ønske å minske investeringsrisikoen ved å kjenne etterspørselsprofilen for grønne sertifikater for en årrekke frem i tiden.

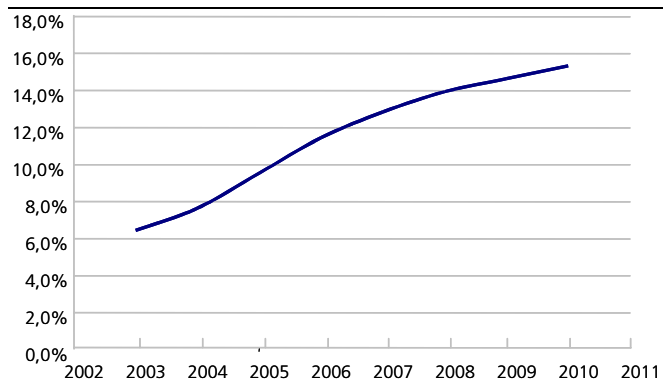
Utviklingsprofilen for kvotestørrelsen vil også ha innflytelse på stabiliteten i markedet. Hvis man på sikt, f.eks. i år 2010, skal ha en viss andel fornybar energi, jfr. energiplanene, så kan man velge en lineær utvikling over årene fra dagens andel til den ønskede terminalandel. Alternativt kan man legge opp til en hurtig tilvekst for at få markedet raskt i gang. Man kan også vente til slutten av perioden.

I Sverige har man skissert følgende kvoteutvikling:

Tabell 6.1. Utviklingen av den grønne kvoteandelen i Sverige som årlig prosent av el-forbruket

År	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Kvoten	6,4%	7,6%	9,5%	11,4%	12,8%	13,9%	14,6%	15,3%

Figur 6.1. Utviklingen av den grønne kvoteandelen i Sverige som årlig prosent av el-forbruket



Kilde: SOU 2001.77.

Som tabellen viser, har man i Sverige valgt en relativt rask innfasing fra år 2004 – 2006, for deretter å ha en mer begrenset utvikling fram mot 15,3 prosent i år 2010. Dette er illustrert i figur 6.1.

Kvoteplikten i Sverige ligger på forbrukssiden⁸ og hver kvoteperiode er et kalenderår. Dessuten har de svenske⁹ grønne sertifikater uendelig levetid. Det er altså mulig å spare sertifikater.

Hvis den kvotepliktige ved kvoteperiodens slutt har flere sertifikater enn kravet, kan han spare disse for å oppfylle sin kvote i en av de neste periodene. Likedan kan markedets aktører kjøpe opp sertifikater, hvis de vurderer at det er utsikt til stigende priser i de kommende perioder, f.eks. som følge av en forventning om utilstrekkelig grønn produksjon i forhold til kjøpsforpliktelsen.

Muligheten for sparing av kvoter vil bidra til å utligne prisene på sertifikater slik at større fluktuasjoner i sertifikatprisen unngås. Sparing av kvoter bidrar dermed til å skape et stabilt marked for investeringer i fornybare energianlegg.

6.2.4. Bestemmelse av et prisloft

For å skape insitament til at de kvotepliktige overholder sine forpliktelser må en ha sanksjonsmuligheter. Sanksjonen for ikke å ha fylt opp sin kvoteplikt kan motsvares av en sanksjonsavgift som skal betales for hvert sertifikat man mangler i forhold til sin kvote.

Prisloft og straffepriser

For å sikre at forbrukerne oppfyller sine grønne kvoter (prosentdel av forbruket som de tilsvarende er pålagt å kjøpe i grønne sertifikater) kan man innføre en straffepris som de skal betale for hvert manglende sertifikat. Denne straffeprisen kan enten være en fast pris, en flytende pris, eller en kombinasjon av disse.

⁸ Dog er el-intensiv industri med mere end 10 MW effekt-abonnement fritatt fra kvoten.

⁹ Også de danske grønne sertifikater forventes å få uendelig levetid.

6.2.5. Bestemmelse av prisgulv (prisgaranti, minimumspris)

Overgangen fra et fastprissystem til et markedsbasert system, hvor avregningsprisen bestemmes via markedet, vil i en overgangsperiode inntil prisdannelsen i markedet er stabil, kunne medføre fluktuerende priser. For å beholde aktørenes (spesielt investorenes) tillit til markedet kan man sikre sertifikatinntekten for fornybare energianlegg ved å innføre en minimumspris for de grønne sertifikatene. Denne minimumsprisen vil dermed virke som et prisgulv, da produsentene heller innløser til minimumsprisen enn selger til en lavere pris.

I Danmark har man planer om å innføre et fast prisgulv via en prisgaranti på 100 DKK/MWh, svarende til det avgiftsfritak for fornybare energianlegg som finnes i dag. I Sverige vil man kun bruke et prisgulv i en introduksjonsfase de første 5 år. Etter denne tiden regner man med at prisdannelsen vil være stabil, og at det derfor ikke er behov for et prisgulv. Prisgulvet i Sverige er derfor fallende og ser ut som i tabellen nedenfor

Tabell 6.2. Eksempel på prisgulv for sertifikater i Sverige

År	2003	2004	2005	2006	2007	2008-
prisgulv, kr/MWh	60	50	40	30	20	0

Da man både i Sverige og i Danmark forventer at sertifikatprisen hovedsakelig vil ligge over minimumsprisen, tror man ikke at produsentene vil gjøre mye bruk av minimumsprisordningen. Dette må spesielt ses i sammenheng med muligheten for å spare sertifikater. Produsentene har mulighet for å spare sertifikater i perioder med lave priser til perioder hvor prisen forventes å overstige minimumsprisen.

I den svenske utredningen forventer man ikke at minimumsgarantien som den svenske stat gir vil ha noen nevneverdig rolle på sertifikatmarkedet.

6.2.6. Kontoføring (sertifikatregister) og kontroll med kvoteoppfyllelse

Et grønt sertifikat er ikke et fysisk aktiva som man kan håndtere som andre fysiske varer, men tvert imot et finansielt instrument. For å registrere og samtidig lette håndteringen av de grønne sertifikatene må man ha et register der både inngående og utgående sertifikater kontoføres. Dette registeret kan drives av den utstedende virksomheten (de systemansvarlige jf. diskusjon ovenfor) evt. i samråd med energimyndighetene.

Registret har en administrativ rolle i systemet, ved å registrere sertifikater og rettighetene til disse.

Registerets hovedfunksjoner er

- Kontohaveradministrasjon,
- Utstedelse,
- Registrering,

- Overføring mellom konti,
- Inndragning,
- Rapportering.

Ethvert godkjent anlegg må være registrert i registret. På etterspørselsiden vil alle i prinsippet kunne opprette en konto. For å minske statens administrasjonskostnader samt for å unngå at for mange små forbrukere oppretter konti, kan man innføre en kontoavgift. I Sverige innfører man en kontoavgift på kr. 500, som tilfaller energimyndighetene. I forbindelse med kvoteoppfyllelse av kjøpsforpliktelsen må innkjøpte sertifikater inndras i takt med at de forbrukes.

For å kontrollere at kjøpsforpliktelsen overholdes må den kvotepliktiges kjøp av sertifikater sammenholdes med deres faktiske el-forbruk. Hvis det ikke er mulig å inndra den kvotebestemte mengde av sertifikater i forhold til den kvotepliktiges el-forbruk, må denne pålegges en sanksjonsavgift pr MWh for de enheter han mangler for å oppfylle sin kvote (se diskusjon ovenfor).

I Danmark vil en opprette et fond (VE-fonden), som skal garantere at den grønne kvoten blir overholdt uansett om de kvotepliktige oppfyller sin kjøpsforpliktelse eller ikke. Videre vil fondet få som formål å kjøpe opp vindmøller hvis eieren ikke ser seg i stand til å avvikle restgjelden som følge av de endrede prisavregningsreglene¹¹.

6.2.7. Sertifikatenes levetid

For å sikre en langsiktig prissetting av de grønne sertifikatene er det mest naturlig å la disse ha en "uendelig" levetid. Dette betyr blant annet at man kan lagre sertifikatene (*banking*) fra perioder med stort tilbud til perioder med lavt tilbud. På denne måten blir etterspørselen mer elastisk, og prisfluktuasjoner, som følge av fluktuerende grønn energiproduksjon, jevnes ut. Dette skaper mindre usikkerhet i markedet for grønne sertifikater.

Dette gjør også at prisdannelsen på sertifikatmarkedet kan være langsiktig (sikre utbygging av grønne teknologier) selv om prissettingen på det fysiske el-marked er kortsiktig (tilstrekkelig med eksisterende konvensjonell kapasitet). Med andre ord gir dette et skille mellom de to markedene.

Da kontroll av forbrukerens oppnåelse av en bestemt kvote, og oppgjør for denne, oftest vil skje en gang per år kunne sertifikatenes levetid begrenses på samme måte. Dette vil imidlertid ha noen uheldige konsekvenser. Blant annet vil priselastisiteten nær oppgjørstidspunktet være meget liten. Prisen vil da enten bli meget høy eller meget lav (lik straffeprisen eller minimumsprisen hvis det er prisbånd). Prissettingen vil

¹¹ Det forventes imidlertid ikke noe større omfang av vindmøller som må bli kjøpt opp av fondet.

derfor neppe kunne fungere godt hvis ikke sertifikatene kan lagres, dvs. ha en lang levetid.

6.2.8. Umodne teknologier og overgangsordninger

Hvis det finnes nye, "umodne teknologier", som ikke kan klare seg på sertifikatmarkedet på nåværende tidspunkt, men som forventes å kunne det på lengre sikt, så må det tas stilling til hvordan de kan tildeles ekstra støtte uten å vri konkurransen. Noen av de mekanismene, som er foreslått for å løse dette problemet (adskilte sertifikatmarkeder for mer og mindre modne teknologier) nedsetter likviditeten og dermed markedets effektivitet. Timingen av den ekstra støtten - og ikke minst å bestemme når den skal den opphøre - er også en vanskelig oppgave.

Likeledes vil visse teknologier som hittil har hatt lukrative støtteordninger, i en overgangsperiode kunne tildeles en ekstra støtte for å sikre at overgangen til de nye markedsvilkår ikke foregår for raskt. Både i Sverige og i Danmark tenker man å innføre overgangsordninger for eksisterende vindmøller. Denne støtten baseres på et vist antall fullasttimer over møllens levetid så langt og kan være avtagende med årene.

6.2.9. Kontroll av markedsrett

I takt med oppdelingen av elektrisitetsmarkedet i mindre markeder, vil konkurransemyndighetene få en stadig større rolle for å sikre at pris- og mengdedannelsen på de enkelte markeder fungerer etter hensikten.

Det danske sertifikatmarkedet ventes fra starten å være preget av 3 tilbydere, som kan tenkes å få en konkurransebegrensende posisjon og dermed hindre det grønne sertifikatmarkedet i å virke optimalt. Disse er Elsam, Energi E2 og Danske Vindmøllejeeres Energiselskab (DV-Energi). Sistnevnte er nettopp dannet med henblikk på felles salg av grønne sertifikater.

I Sverige antas at muligheten for markedsrett i utgangspunktet er mindre enn i Danmark. Biomasse inngår med stor vekt og eies av en rekke private og offentlige aktører (industrivirksomheter og fjernvarmeverk). De små vannkraftverkene har også en noe spredt eierkrets). Det svenske markedet er også forutsatt å øke raskere enn det danske (fra 6 til 18 TWh mellom 2003 og 2010, hvor det danske kun forventes å utvikles fra 2 til 10 TWh i samme periode).

6.2.10. Statsfinansielle konsekvenser av å innføre grønne sertifikater

Størrelsen av utgifter og inntekter ved overgangen til grønne sertifikater vil både avhenge av det valgte design av system samt av hvilke tiltak det grønne sertifikatmarkedet skal avløse. Det er derfor umulig å si noe om de økonomiske konsekvenser av et grønt

sertifikatmarked før man har besluttet sig for design o.l.

I Sverige har man forsøkt å lage en konsekvensanalyse. I den svenske utredning "Handel med elsertifikater" (SOU 2001:77) er det beregnet hvor store den svenske stats inntekter og utgifter vil være ved innføringen av grønne sertifikater i Sverige. I rapporten angis det at (SOU 2001:77, side 34):

- "De direkte statsfinansielle konsekvensene av vårt forslag er:
- Inntekter fra sanksjonsavgifter
- Momsinntekter fra sertifikatprisen
- Utgifter til prisgaranti, det s.k. golvet år 2003–2007
- Utgifter til støtte til vindkraftverk år 2003–2007
- Utgifter til støtte til nettkostnader¹² for småskala el-produksjon år 2003–2010
- Utgifter til etablering og drift av systemet."

På samme side (SOU 2001:77, side 34), kan man videre lese:

"En sammanräkning av myndigheternas resursanspråk visar på en engångskostnad (investering) på 15–20 mnkr. De årliga kostnaderna för att driva systemet uppgår till ca 7,5 mnkr. Vid ett antaget certifikatpris på 100 kronor per certifikat och en energiomsättning från el med förnybara energikällor vid mitten av perioden, år 2006–2007, på ca 12 TWh motsvarar det en årlig totalvolym på 1 200 mnkr. Myndigheternas årliga administrativa kostnad betyder alltså ca 0,6 procent räknat på omsättningen. Finansieringen av berörda myndigheters etablering och drift av systemet förutsätts ske via anslag. Vårt förslag för att främja el från förnybara energikällor tydliggör kostnaden och belastar direkt slutkonsument. Med ett antagande om en framtida kvot på 10 procent och ett certifikatpris på 10 öre/kWh kommer den genomsnittliga certifikatkostnaden att bli 1 öre/kWh på all förbrukad elenergi."

De statsfinansielle konsekvensene er formodentlig begrensede i Danmark, da systemet skal finansieres av el-forbrukerne. Det gjelder også støtteordninger til f.eks. nettforsterkninger o.l. Eneste mulige unntak er VE-fonden - men den synes å være tiltenkt en status som en pengekasse adskilt fra finansloven.

6.3. Dynamiske sider ved et grønt sertifikatmarked

Et grønt sertifikatmarked vil ikke være statisk. Det er flere dynamiske sider ved et slikt marked som krever en viss oppmerksomhet.

¹² Samtidig med innføringen av grønne sertifikater udgår en særavtale for småskala elproduksjon.

- For det første er noe av poenget med et grønt sertifikatmarked å skape en viss dynamikk i utviklingen av nye grønne teknologier. Sertifikatmarkedet virker som en stimulans til en utvikling av grønne teknologier ved at lønnsomheten ivaretas. Dette er nærmere omtalt i flere av kapitlene foran, se for eksempel kapittel 5.2 og 5.3.
- Et annet dynamisk aspekt er utviklingen av selve markedet, med usikkerhet for investorer. En langsiktig politikk med klare retningslinjer for utviklingen av grønne teknologier gir langsiktige investeringssignaler som kan bidra til å utvikle nye og mer effektive grønne teknologier. Dette er berørt i både kapittel 5 og kapittel 6.
- Det er stor usikkerhet knyttet til utviklingen av både tradisjonelle teknologier og grønne teknologier. Innføring av grønne sertifikatordninger kan skape ubalanse i energimarkedene som øker usikkerheten spesielt på kort sikt. Dette er berørt både i kapittel 5 og kapittel 6.
- Ved innføring av grønne sertifikater gjennom kjøperforpliktelser kan effektene både i det tradisjonelle energimarkedet og i det grønne markedet være uoversiktlige og komplekse. Dette berøres både i kapittel 4 og i kapittel 5. Med økte krav til grønne andeler kan fortegnet på effektene til og med skifte.
- Energimarkedene er i stadig utvikling både med og uten grønne sertifikater. Økt etterspørsel vil over tid bidra til økt lønnsomhet for grønne teknologier uavhengig av grønne sertifikatordninger med mindre det finnes en backstop teknologi som for alltid vil ligge under de grønne teknologiene i pris. Som oftest er likevel slike teknologier forbundet med eksterne miljøeffekter og dermed uønskede av den grunn. Dette leder oss til
- Usikkerheten når det gjelder framtidig miljøpolitikk og utviklingen av økonomiske instrumenter for å hindre miljøulempen ved energiproduksjon og -forbruk. For eksempel vil en oppfølging av Marrakech avtalen kunne ha stor betydning for effekten av en grønn sertifikatordning.
- Kraftmarkedene blir mer og mer internasjonaliserte og tidligere handelshindringer blir opphevet. Nasjonale grønne sertifikatordninger blir antakelig dermed også utsatt for internasjonalisering. Hvis ulike land har ulike definisjoner av grønn energi kan dette skape stor usikkerhet i disse markedene.

På grunn av alle de dynamiske elementene knyttet til utviklingen av grønne sertifikatordninger vil det ved innføring av slike ordninger være viktig at instrumentene som benyttes for å oppnå målene som settes også er dynamiske. Dette vil i seg selv kunne virke destabiliserende ved at rammebetingelsene blir usikre.

6.4. Effektivitetsegenskaper ved ulike organiseringer av det grønne sertifikatmarkedet for el (i Norge)

Vi har ovenfor prinsipielt diskutert samfunnsøkonomisk effektivitet under et grønt sertifikatmarked sett i forhold til andre virkemidler og forskjellige målsetninger. Resultatet fra denne analysen var, at et slikt marked har noen fordeler i forhold til for eksempel subsidier hvis målsettingen er å etablere et grunnlag for grønne teknologier i seg selv. Et slikt marked er dårligere enn for eksempel avgifter på CO₂ eller oversettbare kvoter hvis målsettingen er å redusere utslipp av klimagasser. Her antar vi, at det er besluttet å innføre et norsk sertifikatmarked. Det reises en hel del spesielle problemstillinger omkring etablering av et grønt varmemarked, som berøres i Eldegaard (2001) og som vi derfor ikke berører her.

- *Kostnadseffektivitet.* Et hovedpoeng ved innføring av grønne sertifikatordninger er at en skal anvende markedet for å få realisert de til enhver tid billigste løsningene for grønne teknologier gitt definisjonene på hva som er grønt. Dette skaper en kostnads-effektiv løsning gitt kravet og begrensningene. Det problematiske er om forbindelsen mellom de målene som danner utgangspunktet for ordningen er konsistent med de begrensninger som settes i den operative fasen av innføringen - for eksempel hvilke teknologier som blir tillatt, i hvor stort omfang, om det tillates handel med sertifikater etc. Alle konsistensbrudd vil redusere kostnadseffektiviteten.

Det kan være gode argumenter for å ikke etablere et særskilt norsk sertifikatmarked men derimot inngå i et internasjonalt marked, hvor tilpasningen til de enkelte landenes komparative fordeler med hensyn til forskjellige grønne teknologier kan utnyttes. Slik kan kostnadene ved å introdusere krav om grønne teknologier holdes nede. I et slikt marked kan det også oppnås større likviditet. Denne fordelene kan imidlertid motvirkes av stigende transaksjonskostnader, fordi de enkelte land har svært forskjellige administrative rutiner. Dette kan også redusere aktørenes tillit til sertifikatmarkedet. Dette kan tale for et samarbeide med nærliggende land, hvor det i utgangspunktet samarbeides tett på elektrisitetsområdet, dvs. de andre nordiske landene (her arbeider Danmark og Sverige med å innføre sertifikatmarkeder, mens Finland ikke har slike planer enda). Et internasjonalt system vil også motvirke at enkelte tilbydere kan utnytte markeds-makt.

Det er viktig at markedet raskt oppnår et visst volum for å sikre en stabil og troverdig pris-dannelse. Det bør derfor gjennomføres en analyse av hvilke grønne produsenter som kan forventes å delta raskt i et slikt marked. Markedet bør ikke

settes i gang før det er tilstrekkelig mange interessenter. Det skal også helst være flere forskjellige teknologier for å sikre en jevnt stigende tilbudskurve som er viktig for prisdannelsen. Hvis f.eks. grønn elektrisitet utelukkende består av vindkraft, hvor det alltid er lønnsomt å produsere når det blåser, er det en risiko for at markedsprisen vil svinge mellom prisgulv og prisloft (alternativt null og "uendelig"). Denne effekten kan imidlertid motvirkes ved å gi sertifikatene uendelig levetid (banking).

Det er neppe hensiktsmessig å splitte markedet i flere deler for spesielt å sikre teknologier som har svært høye produksjonskostnader og derfor enda ikke er modne for det alminnelige sertifikatmarkedet. Hvis det antas å være viktig å støtte slike teknologier bør det gjøres på andre måter.

Prisloft og prisgulv er prinsipielt problematisk å innføre fordi det forstyrrer markedssignalene, som jo er hele ideen med å innføre et sertifikatmarked. Det kan imidlertid være nødvendig i en overgangsfase hvor man enda ikke kjenner markedet og hvor for store prisutslag kan undergrave tilliten til markedet. I den svenske modellen er det valgt et flytende prisloft, dog med en fast øvre grense. For delen ved et flytende loft, som defineres i forhold til gjennomsnittsprisen i den foregående perioden, er at loftet tilpasses utviklingen på markedet og at man unngår en problematisk politisk prosess, hvis den valgte faste pris (som er den valgte modell i Danmark) viser sig å være uheldig. Et prisgulv bør avtrappes etter en forholdsvis kort overgangsperiode for å unngå å betale tilskudd til grønn elektrisitet som ikke behøver det.

- *Styringseffektivitet.* Et obligatorisk sertifikatmarked for grønn elektrisitet sikrer at den tilbudte andelen grønn energi overholdes. På grunn av usikkerhet om elektrisitetsforbruket, som også påvirkes av sertifikatmarkedet (jf. avsnitt 4.5.), er det ikke sikkerhet omkring den faktisk produserte mengde grønn elektrisitet i et gitt år. Sertifikatmarkedet sikrer i virkeligheten heller ikke at den annonserte kvoten dekkes av grønn elektrisitet. Hvis f.eks. kvoten er urealistisk høy i forhold til den mulige mengden grønn produksjon (jf. under kostnads-effektivitet at dette bør sjekkes før kvoten settes), så vil den for en betydelig andel kunne bli oppfylt gjennom betaling av sanksjonsprisen. Det er altså viktig at det annonseres troverdige kvoter for en lengre periode (10 år), og at disse kvotene bygger på realistiske forutsetninger om potensialet for grønn energi.

Problemstillingen modifieres noe ved et internasjonalt marked der den annonserte kvoten ikke lenger behøver å oppfylles av nasjonale produsent-

ter. På den annen side vil en kunne risikere at mange lands optimistiske anslag over potensialet for grønn energi kan akkumuleres og forplantes inn i enkeltland gjennom et slikt internasjonalt sertifikatmarked.

- *Administrativ effektivitet.* Drift av sertifikathandel er ikke forskjellig fra annen handel med finansielle aktiva, dvs. det finnes en rekke aktører som kan påta sig omsetningsoppgaven av disse sertifikatene. Det kan derfor utlyses en konkurranse om denne oppgaven. Selve sertifiseringer reiser imidlertid en rekke nye problemer hvor en del må forventes å være initialkostnader. Hvis flere land innfører systemet kan man også trekke på hverandres erfaringer. De svenske og danske analysene regner med forholdsvis begrensede administrative kostnader ved å drive et system med grønne sertifikater. I Sverige regnes med en årlig kostnad for å drive systemet på ca. 0,6 prosent av en omsetning på 12 TWh (jf. 6.2.12). En viktig administrativ oppgave er imidlertid kontroll og oppfølging av at forbrukerne faktisk har innfridd kravet om en viss andel grønne sertifikater.

7. Oppsummering og anbefalinger

Som nevnt i starten av denne utredningen kan utbygging av fornybare energiteknologier via innføring av grønne sertifikater ha mange formål, blant annet kan de brukes til å støtte utviklingen av ny energiteknologi og bedre forsyningssikkerhet ved at instrumentet bidrar til nasjonal utbygging av elektrisitetsproduksjonen basert på grønne kilder. For det andre kan det være med på å redusere forurensende utslipp som ellers ville ha kommet, hvis elektrisitetssektoren skulle bygges ut videre med termisk kraft (i Norge spesielt med gasskraft).

Når man overveier å innføre grønne sertifikater i stedet for andre virkemidler bør man klargjøre fra starten, hvilke formål (energi- og miljømål) man vil oppnå. Har man utelukkende som formål å redusere forurensende utslipp, så er neppe grønne sertifikater det riktige virkemiddel. Andre virkemidler vil utvilsomt være mer kostnadseffektive – f.eks. avgifter på utslipp, utslippstillatelser og utslippskvoter, som nettopp er designet for å være kostnadseffektive instrumenter i denne sammenheng.

Hvis formålet til gjengjeld er utbygging av spesifikke grønne teknologier utnytter grønne sertifikater i utgangspunktet markedet på en slik måte at kostnadene ved akkurat disse tiltakene blir minimerte. Andre instrumenter kan her komme til kort – f.eks. kan forurensingstillatelser sikre et skift fra kull til naturgass, men ikke en økt andel av grønne teknologier. Grønne sertifikater er et bedre instrument enn subsidier siden kostnadene i sertifikatmarkedet dekkes av aktørene i dette markedet, mens en i subsidietilfellet ikke får dekket kostnadene i dette markedet. Prisen blir dermed for lav og etterspørselen for høy i forhold til det som ville gi samfunnsøkonomisk lønnsomhet, gitt målet. En forutsetning for bruk av grønne sertifikater er at en klargjør av hva en mener med grønn teknologi.

Litt avhengig av hvilke andre målsettinger som eksisterer, samtidig med krav om mer grønn teknologi, kan sertifikatordningen være mer eller mindre hensiktsmessig. For eksempel vil en sertifikatordning med kjøperplikt faktisk medføre at kjøpeprisen blir lavere og omsatt energimengde høyere enn før

introduksjonen av sertifikater, på tross av plikten til å kjøpe kostbar fornybar teknologi. Selgerne i det ordinære elektrisitetsmarkedet belastes gjennom markedet med alle kostnader, selv om plikten ligger på forbrukeren. I miljø- og energipolitikken framheves ofte at en ønsker en nedgang i bruk av energi, mens sertifikatordningen kan virke motsatt. Dessuten er vel neppe fordelingsvirkningene som sertifikatordningen innebærer, spesielt for relativt store andeler, alltid akseptable.

Flere forhold ved innføring av grønne sertifikatordninger kan være komplekse. For det første er effektene i markedet komplekse avhengig av markedssituasjonen og handelsmulighetene. For det andre kan ordningen skape ustabilitet som må oppveies av andre instrumenter for eksempel prisgolv og pristak etc.

Det finnes ingen praktiske erfaringer med innretning av og dermed virkningen av et grønt sertifikatmarked, som kan brukes til å vurdere de prinsipielle betraktningene i denne rapporten. De senere års analyser i flere europeiske land (først og fremst i Holland, Danmark og Sverige) har dog bidratt til en bedre forståelse av de forskjellige problemer med den praktiske innretning av et slikt marked. Slike problemer omfatter avgrensingen av grønn energi, sertifiseringsprosedyren, organiseringen av markedet og dets rammebetingelser - fastsettelse og utmelding av kvoter, sertifikatenes levetid samt eventuelle prisloft og -golv for å lette introduksjonen, selv om endringer i sertifikatmarkedet og det tradisjonelle markedet samlet skulle virke stabiliserende på inntektene til produsentene av grønn energi. I de nevnte analyser er det foreslått løsninger på de enkelte problemer. En forutsetning for disse løsningene er alltid en grundig analyse av potensialet for grønn energiproduksjon.

Referanser

- Amundsen, E.S. og J.B. Mortensen (2001): The Danish Green Certificate System. Some simple analytical results. *Energy Economics*, **23**, 99 489-509.
- Andreoni (1990): Impure Altruism and Donations to Public Goods: A Theory of Warm-Glow Giving. *The Economic Journal*, **100**, 464-477
- Brendemoen, Bye og Hoel (1995): Utforming av CO₂-avgifter. Teoretisk grunnlag og økonomiske konsekvenser. *Norsk Økonomisk Tidsskrift* 109 (1995), 77-100. Sosialøkonomenes Forening, Oslo
- Brekke, K.A. (2000): Grøn elektrisitet, Memorandum Statistisk sentralbyrå. Rapport til Norges forskningsråds SAMRAM-program på et forprosjekt.
- Bye T. (2001): Mandatory green certificates, purchaser prices and volumes. Forthcoming Discussion Paper, Statistics Norway
- COMM(2000): European Commission. Directive of the European Parliament and of the council on the promotion of electricity from renewable energy sources in the internal electricity market. Com(2000) 884 final. 28-12-2000. Brussels,
- Eldegaard (2001): Sertifikatordning for "grønn" varme. Prinsipielle og praktiske konsekvenser. SNF RAPPORT NR. 2/2002
- Energistyrelsen (2001): VE-bevismarkedet. Status for implementeringen. Energistyrelsen, København, september 2001. pp. 26.
- EU (2001): Europa-Parlamentets og Rådets Direktiv 2001/77/EF om fremme af elektricitet produceret fra vedvarende energikilder inden for det indre marked for elektricitet, Bruxelles d. 27.september 2001.
- Hoogland, F.C.J. and G. J. Schaeffer (2000): Green Certificates - empowering the market. Energi Noord West, ECN, Netherlands.
- Jensen, S.G. and K. Skytte (2002): Interactions between the power and green certificate markets. *Energy Policy*, **30**, 5, 2002, 425-435.
- Olsen, O.J., P Fristrup, J. Munksgaard and K. Skytte, (2000), Konkurrence i elsektoren?. Jurist- og Økonomiforbundets Forlag, København (2000).
- Park E.S. (2000): Warm-Glow versus Cold-Prickle: A Further Experimental Study of Framing Effects on Free-Riding. *Journal-of-Economic-Behavior-and-Organization*; 43(4), December 2000, 405-21.
- Poupolo, Gianfranco and Ricardo Croce (2000): Green Certificates in Italy. Puopolo Sistilli Geffers & Luise, Italy.
- Skytte, K.,(1999): National versus international markets for green certificates and power. In: Conference papers. Design of energy markets and environment, Copenhagen (DK), 20-21 May 1999. Mortensen, J.B.; Olsen, O.J.; Skytte, K. (eds.), (Nordic Energy Research Program, Ås, 1999) 14 .
- Skytte, K.(2001), Topics on electricity trade. Ph.D. thesis, University of Copenhagen and Risø, June 2001, 164.
- The Altener project (2000): The implication of Tradable green Certificates for the Deployment of Renewable Energy som er et fellesprosjekt mellom ECN Policy Studies i Nederland, The Science Policy Research Unit of the University of Sussex, og the Oeko-Institut I Tyskland. Final report: Schaeffer, Boots, et al., Options for design of tradable green certificate systems. ECN-C--00-032.
- Voogt, M.H., M.A. Uiterlinde, M.de Noord, K. Skytte, L.H. Nielsen, M. Leonardi, M. Whiteley and M. Chapman (2001): Renewable energy burden sharing - REBUS. Effects of burden sharing and certificate trade on the renewable electricity market in Europe.
- SOU 2001:77, Handel med elcertifikat. Slutbetänkande av Elcertifikatutredningen + bilaga. Statens Offentliga Utredningar. Stockholm 2001, 255, + bilag 262.

En energimodell med sertifikater

Anta en enkel etterspørselsfunksjon der X^D er etterspørsel, A^D en konstant, p er pris og ε er elastisiteten

$$X^D = A^D (p)^\varepsilon$$

i et marked uten grønne sertifikater. I et marked med grønne sertifikater har vi tilsvarende

$$X^D = A^D [(1 - \alpha)p_v + \alpha(p_c + p_v)]^\varepsilon$$

der p_c er sertifikatprisen og α er den grønne andelen som forlanges. Tilsvarende har vi en tilbudsfunksjon for tradisjonell energi

$$X^v = A^v (p_v)^{\kappa_v}$$

der κ_v er tilbudselastisiteten for ordinær energi. For grønn produksjon har vi

$$X^g = A^g (p_v + p_c)^{\kappa_g}$$

der κ_g er tilbudselastisiteten inklusive sertifikatene. I likevekt har vi nå at tilbud skal være lik etterspørsel i begge markeder, dvs.

$$\begin{aligned} \alpha A^D [p_v + \alpha p_c]^\varepsilon &= A^g [p_v + p_c]^{\kappa_g} \\ (1 - \alpha) A^D [p_v + \alpha p_c]^\varepsilon &= A^v [p_v]^{\kappa_v} \end{aligned}$$

Det kan nå vises at hvis en deriverer disse to likevektbetingelsene med hensyn på α så finner vi hvordan prisen på energi og kjøperprisene inklusive sertifikatprisen i markedet endres etter hvert som andelen grønn energi som kreves øker. I Bye (2001) vises at prisen på energi entydig går ned

$$\frac{\partial p_v}{\partial \alpha} < 0 .$$

Det interessante er imidlertid at det samtidig vises at kjøpeprisen inklusive sertifikatprisen går ned

$$\frac{\partial (p_v + \alpha p_c)}{\partial \alpha} > 0$$

for andeler α som er under en viss størrelse, se kapittel 4.5 og Bye (2002).

Tidligere utgitt på emneområdet*Previously issued on the subject***Discussion Papers (DP)**

- 144 T. Bye and T.A. Johnsen: Prospects for a Common, Deregulated Nordic Electricity Market
- 286 F.R. Aune, T. Bye and T.A. Johnsen: Gas power generation in Norway: Good or bad for the climate? Revised version

Rapporter (RAPP)

- 95/18 T. Bye, T.A. Johnsen og M.I. Hansen: Tilbud og etterspørsel av elektrisk kraft til 2020: Nasjonale og regionale fremskrivninger
- 95/34 F.R. Aune: Virkninger på de nordiske energimarkedene av en svensk kjernekraftutfasing
- 96/16 M.I. Hansen, T.A. Johnsen og J.Ø. Oftedal: Det norske kraftmarkedet til år 2020. Nasjonale og regionale fremskrivninger.
- 2000/26: T. A. Johnsen, F. R. Aune og A. Vik: The Norwegian Electricity Market. Is There Enough Generation Capacity Today and Will There Be Sufficient Capacity in Coming Years?

Sosiale og økonomiske studier (SØS)

- 96 K.H. Alfsen, T. Bye and E. Holmøy: MSG-EE: An Applied General Equilibrium Model for Energy and Environmental Analyses
- 102 T. Bye, M. Hoel and S. Strøm: Et effektivt kraftmarked - konsekvenser for kraftkrevende næringer og regioner

Økonomiske analyser (ØA)

- 96/6 T. Eika og T.A. Johnsen: Virkninger av ubalanse i kraftmarkedet
- 97/3 T.A. Johnsen: Prisutviklingen i spotmarkedet for elektrisitet
- 2/2001: F. R. Aune og T. A. Johnsen: Kraftmarkedet med nye rekorder
- 4/2001: T. Bye, P. M. Bergh og J. I. Kroken: Avkastning i kraftsektoren i Norge

Statistiske analyser (SA)

- 34 Naturressurser og miljø 2000
- 46: Naturressurser og miljø 2001

Notater

- 96/53 F.R. Aune: Konsekvenser av en nordisk avgiftsharmonisering på elektrisitetsområdet.

De sist utgitte publikasjonene i serien Rapporter*Recent publications in the series Reports*

- 2001/31 F.R. Aune: Regional og nasjonal utvikling i elektrisitetsforbruket for 2010. 2001. 36s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537- 4986-4
- 2001/32 T.O. Thoresen: Skatt på overføringer mellom generasjoner. 2001. 39s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537- 4987-2
- 2001/33 T. Pedersen: Tilpasning på arbeidsmarked-et for personer som går ut av status som yrkeshemmet i SOFA-søkerregisteret - 1999 og 2000. 2001. 37s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537- 4989-9
- 2001/34 T. Pedersen: Tilpasning på arbeidsmarked-et for deltakere på ordinære arbeidsmar-kedstiltak i årene 1999-2000. 2001. 18s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4990-2
- 2001/35 A. Langørgen, R. Aaberge og R. Åserud: Gruppering av kommuner etter folke-mengde og økonomiske rammebetingelser 1998. 2001. 53s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4992-9
- 2001/36 G. Haakonsen og E. Kvingedal: Utslipp til luft fra vedfyring i Norge. Utslippsfaktorer, ildstedsbestand og fyringsvaner. 2001. 51s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4994-5
- 2001/37 K. Rypdal og L-C. Zhang: Uncertainties in Emissions of Long-Range Air Pollutants. 2001. 49s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5000-5
- 2001/38 B. Kupis Frøyen og Ø. Skullerud: Avfallsregnskap for Norge. Metoder og resultater for tekstilavfall. 2001. 41s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5005-6
- 2001/39 G.I. Gundersen og O. Rognstad: Lagring og bruk av husdyrgjødsel. 2001. 47s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5007-2
- 2001/40 I. Hauge Byberg, A. Hurlen Foss og T. Noack: Gjete kongens harer- rapport fra arbeidet med å få samboerne mer innpasset i statistikken. 2001. 60s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5008-0
- 2001/41 E. Engelién og P. Schøning: Friluftsliv og tilgjengelighet- metode for beregning av nøkkeltall. 2001. 23s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5012-9
- 2001/42 G.M. Pilskog, L. Solheim og K. Ødegård: Bruk av informasjons- og kommunika-sjonsteknologi i næringslivet 2000. 2001. 56s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5013-7
- 2001/43 T. Smith og S.E. Stave: Ressursinnsats, utslipp og rensing i den kommunale avløpssektoren. 2001. 64s. ISBN 82-537-5014-5
- 2002/1 E. Rønning og S. T. Vikan: Lærernes arbeidsmiljø i 1990- årene. 2002. 60s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5016-1
- 2002/2 V.V. Holst Bloch: Arealstatistikk for tettstedsnære områder 1999-2000. 2002. 37s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-5375021-8
- 2002/3 J. Lyngstad og A. Støttrup Andersen: Utvikling i boforhold 1987-1997. Rapport til Boligutvalget. 2002. 40s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5031-5
- 2002/4 E. Røed Larsen: Boligutgiftene i Norge på 1990-tallet. Systematiske observasjoner av livsfase, geografi og husholdningstype. 2002. 25s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5024-2
- 2002/5 L. Østby: Demografi, flytting og boligbehov på 1990-tallet. 2002. 48s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5029-3
- 2002/6 L.S. Stambøl: Qualification, mobility and performance in a sample of Norwegian regional labour markets. 2002. 46s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5033-1
- 2002/7 A. Finstad, G. Haakonsen og K. Rypdal: Utslipp til luft av dioksiner i Norge - Dokumentasjon av metode og resultater. 2002. 33s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5040-4
- 2002/8 A. Finstad, K. Flugsrud og K. Rypdal: Utslipp til luft fra norsk luftfart. 2002. 31s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537- 537-5047-1
- 2002/9 A.K. Brændvang og K.Ø. Sørensen: Fylkesfordelt satellittregnskap for turisme. 2002. 40s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5049-8