

SNF Rapport nr. 11/01

Ein analyse av den grønne sertifikatmarknaden

av

Inger Øydis Storebø

SNF Prosjekt nr. 3082

Miljøreguleringar, samspill mellom virkemidler og konkurranse mellom energibærere.

SNF Prosjekt nr. 3135

Virkemidler for å fremme bruk av miljøvennlige energikilder i kraftforsyninga.

Prosjekta er finansiert av Norges forskningsråd

STIFTELSEN FOR SAMFUNNS- OG NÆRINGSLIVSFORSKNING
BERGEN, MAI 2001

© Dette eksemplar er fremstilt etter avtale
med KOPINOR, Stenergate 1, 0050 Oslo.
Ytterligere eksemplarfremstilling uten avtale
og i strid med åndsverkloven er straffbart
og kan medføre erstatningsansvar.

ISBN 82-491-0131-6
ISSN 0803-4036

Føreord

Denne rapporten inngår i SNF –prosjekt 3082 ”Miljøreguleringar, samspill mellom virkemidler og konkurranse mellom energibærere” og SNF – prosjekt 3135 ”Virkemidler for å fremme bruk av miljøvennlige energikilder i kraftforsyninga”. Prosjekta er finansiert av Norges forskningsråd gjennom Forskingsfondet og SAMSTEMT-programmet. Leiar for prosjekta er professor Eirik S. Amundsen. Rapporten er ei revidert utgåve av hovudoppgåva mi ved Institutt for økonomi, Universitetet i Bergen, kor professor Eirik S. Amundsen har vore rettleiar.

Bergen, 30. april 2001

Inger Øydis Storebø

INNHALD

1	INNLEIING	1
2	ØKONOMISKE STØTTETILTAK FOR Å FREMJE PRODUKSJON AV ELEKTRISITET FRÅ FORNYBARE ENERGIKJELDER	4
2.1	KORLEIS EVALUERE VERKNADEN AV STØTTETILTAK	4
2.1.1	Målsetjing	5
2.1.2	Kostnad	5
2.1.3	Fordelingsverknader	6
2.1.4	Fleksibilitet	7
2.2	ULIKE STØTTETILTAK FOR Å FREMJE ELEKTRISITET FRÅ FORNYBARE ENERGIKJELDER	7
2.2.1	Friviljug kjøp av grønn elektrisitet	7
2.2.2	Skatt	8
2.2.3	Subsidiar/garanterte minsteprisar	9
2.2.4	Anbod	13
2.3	OPPSUMMERING	15
3	DEN GRØNE KVOTEMARKNADEN	17
3.1	SERTIFIKATMARKNADEN	17
3.2	PRESENTASJON AV MODELLEN	21
3.2.1	Variablar, aktørar og marknader	21
3.2.1.1	Teiknforklaring	22
3.2.1.2	Aktørar i marknaden	22
3.2.1.3	Marknadene	25
3.2.2	Kortsiktig likevekt	26
3.3	KOMPARATIV ANALYSE AV SERTIFIKATMARKNADEN	27
3.3.1	Lukka økonomi	27
3.3.2	Open økonomi	30
3.4	OPPSUMMERING	32
3.5	ILLUSTRASJON AV LIKEVEKTENE I SERTIFIKATMARKNADEN	34
4	HANDEL MED GRØNE SERTIFIKAT	38
4.1	FORDELAR OG ULEMPER VED HANDEL AV GRØNE SERTIFIKAT	38
4.2	HANDEL MED SERTIFIKAT	41
4.2.1	Tilpassing under handel med sertifikat	42
4.2.2	Økonomiske gevinstar ved handel med sertifikat	42
4.2.3	Komparativ analyse	43

4.3	HANDEL MED ELEKTRISITET OG GRØNE SERTIFIKAT	46
4.3.1	Komparativ analyse.....	47
4.4	OPPSUMMERING	48
4.5	ILLUSTRASJON AV TILPASSING I EIN OPEN SERTIFIKATMARKNAD	50
5	MARKNADSMAKT	52
5.1	PRESENTASJON AV MODELLEN	53
5.2	KOMPARATIV ANALYSE	55
5.2.1	Auka pålagt konsum av grøn elektrisitet.....	56
5.2.2	Strammare miljøpolitikk	58
5.2.3	Endring i z	60
5.3	KORLEIS FORHINDRE MARKNADSMAKT I SERTIFIKATMARKNADEN?.....	62
5.4	OPPSUMMERING	64
5.5	ILLUSTRASJON AV MARKNADSMAKT.....	66
6	OPPSUMMERING OG AVSLUTTING	67
6.1	KORLEIS BØR SERTIFIKATMARKNADEN ORGANISERAST?.....	67
6.1.1	Teiknforklaring	68
6.1.2	Oversikt over dei komparative analysane gjort i oppgåva	68
6.2	SERTIFIKATMARKNADEN PÅ LENGRE SIKT	71

LITTERATURLISTE

VEDLEGG 1

VEDLEGG 2

VEDLEGG 3

VEDLEGG 4

1 Innleiing

Miljøet er eit felles gode som bedrifter og hushald i utgangspunktet kan nytte gratis. Dei står ikkje overfor prisar som avspeglar dei høgst reelle miljøkostnadene produksjon og forbruk påfører samfunnet i form av svekkja miljøtilstand, tap av miljøkvalitet og i visse tilfelle varige skader på livsberande økologiske prosessar. Rammevilkåra fører til eit overforbruk av miljøressursane. Dette står i motsetnad til bruken av blant anna arbeidskraft og kapital, der bedriftene står overfor marknadsbestemte prisar. Når prissignala er feil, går det ut over miljøet og dermed ut over den samla effektiviteten i økonomien. For å fremje ei berekraftig utvikling er ein avhengige av reguleringar som hindrar overforbruk av ressursane i naturen.

Når problema er globale, som for eksempel utslepp av miljøødeleggjande gassar, treng ein internasjonalt bindande miljøavtaler. Desse hindrar at "alle" håpar at alle andre gjer noko med problemet, slik at ein sjølv slepp å bruke tid og ressursar på å "rydde opp", med det resultat at ingenting vert gjort.¹ Kyotoprotokollen vart ferdigbehandla og vedteke under klimakonvensjonen sin tredje Partskonferanse i Kyoto 11. desember 1997. Denne er eit steg i retning av å oppnå stabilisering av konsentrasjonen av klimagassar i atmosfæren på eit nivå som gjer at ein unngår farleg, menneskeskapt påverknad av klimasystemet.

Gjennom denne avtalen har industrilanda forplikta seg til å redusere dei gjennomsnittlege utsleppa av seks drivhusgassar, CO_2 (metan og karbondioksid), N_2O , HFK , PFK og SF_6 med minst 5% i perioden 2008-2012 samanlikna med 1990-nivået. EU har påteke seg ansvaret for 8% av industrilanda sin reduksjonskvote. Medlemslanda har så blitt einige om ei intern byrdefordeling.

Fleire av EU-landa, deriblant Danmark som er pålagt å redusere sine utslepp med 21% i denne perioden, har som mål at ein stor del av denne reduksjonen skal kome ved omlegging av kraftsektoren.² Delar av dagens elektrisitetsproduksjon frå ikkje-fornybare energikjelder, *konvensjonell elektrisitet*, som slepp ut store mengder CO_2 , skal verte erstatta av elektrisitet frå fornybare energikjelder, såkalla *grøn elektrisitet*. I 1996 utgjorde denne produksjonen 9%

¹ "Free-rider" problemet.

² Energisektoren i Danmark som i hovudsak er basert på fossilt ikkje-fornybart brensel står for ein svært stor del av dei samla miljøskadelege gassutsleppa i Danmark.

av bruttoenergiforbruket i Danmark mens målsettinga er 12-14% i 2005 og 35% i 2030. Mesteparten av denne veksten skal kome ved satsing på nyare former for fornybar energi, som vindkraft, solenergi og biomasse.

Per i dag er ikkje elektrisitet frå fornybare energikjelder konkurransedyktig med el frå ikkje-fornybare energikjelder (som for eksempel kol og olje) når det gjeld kapasitet og pris. Så lenge dei konvensjonelle produsentane ikkje fullt ut må betale for den skaden dei påfører miljøet gjennom elektrisitetsproduksjonen sin, er dei grønne produsentane avhengige av støtte, som oftast av økonomisk art, for å kunne hevde seg i konkurransen. Fram til i dag har satsing på grøn elektrisitet i store delar vorte finansiert gjennom subsidiar og skattelette eller ved produksjon av grøn elektrisitet lagt ut på anbod. Sistnemnde går ut på at produsenten som kan produsere grøn elektrisitet til lågast kostnad, får kontrakt på utbygging av den grønne elektrisitetssektoren.

Det har i den seinare tida vore ei stigande uro for om den finansielle støtta er større enn naudsynt for å gjere produksjonen av grøn elektrisitet rentabel. Denne problematikken, samt endringane elektrisitetsmarknadene i EU står overfor i næraste framtid, har ført til ei revurdering av dei finansielle støtteordningane. Ønsket om eit meir marknadsbasert finansieringssystem har resultert i ideen om ein separat marknad for dei miljømessige fordelane ved produksjon av elektrisitet frå fornybare energikjelder.

Forslaget går ut på å dele den grønne elektrisitetsproduksjonen inn i to typar gode; elektrisitet og "rein luft". Elektrisiteten vert selt på lik linje med konvensjonell elektrisitet til marknadspris. I tillegg er dei grønne produsentane sikra ei ekstra inntekt gjennom sal av grønne sertifikat som dei får tildelt ved levering av el til nettet, som ei påskjøning for den miljøvenlege produksjonen. Konsumentane er på si side pålagde å kjøpe sertifikat tilsvarende ein politisk bestemt andel av elektrisitetskonsumet deira. Gjennom den grønne sertifikatmarknaden håpar ein å flytte den finansielle børa frå styresmaktene til konsumentane, samtidig som konkurransepresset aukar mellom den enkelte produsenten av grøn elektrisitet. Slik kan ein sikre utbygging av grøn elektrisitetsproduksjon til låge prisar. Det er ingen automatisk ressursmessig gevinst ved omlegging frå dei noverande tilskotsbaserte systema. Gevinsten oppstår berre dersom modellen verkar konkurranseskapande. Ein må dessutan sjå modellen i relasjon til transaksjonskostnadene.

I oppgåva mi skal eg ved hjelp av teori og modellverktøy sjå nærare på den grønne sertifikatmarknaden. Problemstillinga kan formulerast som følgjer;

Kva fordeler har ein grøn sertifikatmarknad framfor andre finansieringsordningar som vert brukt for å fremje produksjonen av elektrisitet frå fornybare energikjelder?

Korleis vil den grønne sertifikatmarknaden fungere under ulike marknadsforhold?

I kapittel 2 gjev eg ei oversikt over finansieringsordningar som har blitt brukt og framleis er i bruk i store delar av Europa i dag for å fremje utbygginga av den grønne elektrisitetssektoren. Kapittel 3, 4 og 5 er vidd til den grønne sertifikatmarknaden under ulike marknadsforhold. Etter å ha presentert marknaden i kapittel 3, med dei visjonane og målsetjingane ein har til denne, utleiar eg modellen som seinare vert brukt til å sjå korleis aktørane i marknaden faktisk vil tilpasse seg under ulike marknadsforhold. I kapittel 4 prøver eg ved hjelp av modellverktøyet å seie noko om korleis ein separat grøn marknad vil fungere i ein felles europeisk elektrisitetsmarknad. Analysar gjort av den grønne elektrisitetssektoren peikar i retning av at han vil verte dominert av få og store produsentar som vil utøve marknadsmakt for å oppnå større profitt. Korleis dette vil påverke marknadsprisane og den vidare utbygginga av den grønne elektrisitetssektoren er eit tema som eg tek opp i kapittel 5. Kapittel 6 summerer opp og konkluderer.

2 Økonomiske støttetiltak for å fremje produksjon av elektrisitet frå fornybare energikjelder

Produksjon av elektrisitet frå fornybare energikjelder kan per i dag ikkje konkurrere med produksjon av elektrisitet frå konvensjonelle energikjelder når det gjeld kapasitet og produksjonskostnader. Utan økonomisk støtte vil dei grønne elprodusentane fort prise seg ut av marknaden så lenge dei konvensjonelle produsentane kan produsere nok elektrisitet til å møte den totale etterspurnaden til ein lågare kostnad. Skal ein halde ved lag og også helst auke produksjonen av grøn elektrisitet, er dei grønne produsentane avhengige av økonomisk støtte av ein eller annan art. Det har lenge vore satsa på utbygging av produksjon av denne type elektrisitet i Europa, men skilnadene i utbygging og produksjonskostnader er store i dei europeiske landa. Noko av skilnaden kan ein forklare ut frå naturforhold. Dei største skilnadene må likevel tilskrivas den ulike satsinga på grøn elproduksjon; varierende interesse frå styresmaktene, lite støtte til innovasjonar og ikkje minst ulike økonomiske støttetiltak som ikkje alle har vore like vellykka.

I dette kapitlet vil eg sjå på økonomiske støttetiltak som har blitt brukt og framleis er i bruk i Europa. Hovudvekta vert lagd på garanterte minsteprisar og produksjon av grøn elektrisitet lagt ut på anbod. Desse er dei mest brukte i Europa, samtidig som dei har vist seg å gje best resultat når det gjeld utbygging og kostnader. Bruken av friviljug kjøp av grøn elektrisitet og skattar vert også nytta, men i ein mindre målestokk enn dei to førstnemnde, og vert difor berre kort presenterte. For å kunne seie noko om effekten av støttetiltaka vil eg sjå dei opp mot kriterium som målsetjing, kostnader, fordelingsverknader og fleksibilitet. Desse kriteria ser eg nærare på i 2.1 før eg tar for meg det enkelte finansieringssystemet (med fordelar og ulemper) sett i lys av kriteria i 2.2.

2.1 Korleis evaluere verknaden av støttetiltak

Målsetjing, kostnader, fordelingsverknader og fleksibilitet er viktige kriterium når ein skal finna ut kva støttetiltak som er det beste for å rette opp i for eksempel ein marknadssvikt. Eit økonomisk tiltak for å redusere forureininga er mislykka dersom utsleppa av miljøfarleg avfall ikkje vert redusert eller stabilisert, dersom tiltaket er uakseptabelt dyrt, gjennomføringa resulterer i brot på sosiale normer, eller dersom tiltaket manglar fleksibilitet ved endringar i økonomi, teknologi eller miljø. Diskusjonen nedanfor er i store delar basert på teori fordi det

ikkje finst nok data og konkrete eksempel på at det eine tiltaket er betre enn det andre i ein aktuell situasjon.

2.1.1 Målsetjing

Det finst mange ulike miljøreguleringar. Skattlegging av utslepp, subsidiering av miljøvenleg produksjon og bruk av omsettelege utsleppskvotar er tiltak som vert brukt for redusere utsleppa av blant anna miljøødeleggjande gassar. Eit viktig krav til dei alle, er at dei medverkar til at ein når dei måla ein har sett seg. For eksempel har satsing på friviljug kjøp av grøn elektrisitet vist seg å vere ein lite effektiv metode for å oppnå at 10% av det totale elektrisitetskonsumet kjem frå fornybare energikjelder. Dette fordi berre ein liten del av befolkninga er viljuge til å kjøpe dyr grøn elektrisitet framfor billeg konvensjonell elektrisitet. Bruken av utsleppskvotar har vist seg å vere effektiv dersom målet med reguleringa er å avgrense utsleppa av miljøødeleggjande avfall til eit bestemt nivå.³ Er risikoen ved ei lita auke i utsleppa høg, er bruk av kvotar det beste tiltaket for å avgrense den potensielle skilnaden mellom ønska utsleppsmengde og dei faktiske utsleppa fordi bruken av kvoten set eit spesifikt mål for kor store utsleppa til ein kvar tid kan vere. Kostnadene knytt til bruk av kvotar er usikre. Dersom målet er å få større kontroll over kostnadene knytt til forureiningskontroll, kan prisregulering, for eksempel ved skattlegging, vere den beste metoden. Prisregulering set ein spesifikk kostnad på utsleppa mens storleiken på utsleppa er heller usikre - altså det motsette av kva som er tilfellet ved eit kvotesystem. Dersom det er stor uvisse rundt kontrollkostnadene og risikoen for miljøkatastrofar endrar seg sakte ved aukande utslepp, kan rett strategi vere å nytte eit skattesystem som gjer kostnadene meir sikre og heller akseptere ei større uvisse rundt utsleppa.

2.1.2 Kostnad

Det er viktig at miljømåla vert nådd til lågast mogleg kostnad. Alt anna like, vil ein ved val mellom to reguleringsalternativ, velje det billegaste. Kostnadene ved ulike miljøreguleringar er ofte knytt opp mot overvaking og handheving av reguleringa. I ein kvotemarknad treng ein eit system for organisering av marknaden, utdeling og handel med kvotar. Med mange produsentar, konstant overvaking og handheving av reglane kan dette systemet fort verte dyrt. Bruk av miljøskattar kan også koste styresmaktene store årlege summar. Dette fordi ein skatt

³ Omsettelege kvotar kjem eg så vidt inn på i kap. 3, men for ein nærare utreiing sjå for eksempel Tinggaard Svendsen (1998).

på utslepp krev kontinuerleg oppdatering av storleiken på utsleppa, ein administrativ kapasitet for å bruke desse data rett for å oppnå riktige skattesatsar, i tillegg til å samle dei inn. Same type kostnader finn vi ved eit subsidiesystem.

2.1.3 Fordelingsverknader

Økonomiske insentiv kan påverke fordeling av kostnader og økonomiske fordelar mellom befolkninga, noko som fører til spørsmål rundt likskap og rettferd. Dette er sentrale problemstillingar i velferdsteori. Eg skal ikkje gå detaljert inn på dette temaet, men eg vil kort nemne eit par sentrale problem rundt miljøregulering og fordeling.

Styresmaktene kan gjennom sine reguleringar til dels bestemme kven som må bære dei finansielle kostnadene ved forureininga. Ved skattlegging av miljøødeleggjande produksjon tvingar ein til dels produsenten til å betale for å få lov til å forureine, enten i form av utsleppskostnad eller som ein kompensasjon til dei som vert skadelidande på grunn av utsleppa. Produsenten har ikkje rett til å forureine og må betale for utsleppa eller ødelegginga. Alternativt kan styresmaktene gje produsenten rett til å forureine. Samfunnet må då subsidiere produsenten for å avgrense utsleppa hans. På denne måte prøver styresmaktene å halde produksjonen i gang, verne om arbeidsplassar og sikre økonomisk vekst.

Mens problemet ved bruk av subsidiar er at det kan føre til oppretthalding av ineffektive produsentar, kan bruk av skattlegging vri konkurransen.⁴ Det kan resultere i at produsentar prisar seg ut av marknaden på grunn av høge kostnader. Dette er tilfelle i Noreg dersom produsentar som produserer for utemarknaden vert møtt med ein særnorsk miljøskatt. Resultatet kan verte at produksjonen vert flytta utanlands. Lokale skattar kan føre til det same. Dersom ei bedrift er lokalisert i eit område som er særst vart for miljøutslepp og dermed vert pålagt ein skatt, kan ho ikkje lenger konkurrere med andre innanlandske produsentar av den same vara.

Fordeling involverer konsumentar, produsentar og arbeidarar. Eit insentivsystem kan flytte kostnadene frå produsentar til konsumentar gjennom høge prisar, til arbeidarar gjennom lågare lønningar, eller til produsentar av råvarer gjennom låge prisar for desse. Dersom det er

⁴ Sjå Hanley, Jason and White(1997), pp 72-78.

få produsentar og substitusjonsmoglegheitene er små for konsumentane, er sjansen stor for at produsenten veltar den ekstra kostnaden han vert påført ved skattlegging over på konsumentane i form av høgare prisar. Det motsette er tilfelle ved få konsumentar og mange produsentar. Då må produsenten sjølv bere kostnaden gjennom mindre overskot eller eventuelt overføre kostnaden til arbeidarane eller dei som sel råvarene.

2.1.4 Fleksibilitet

Eit viktig argument for eller mot eit reguleringssystem er om systemet kan omstille seg raskt og utan for store kostnader ved endringar i marknaden. Endringar kan oppstå på grunn av teknologiske nyvinningar, endring i kunnskap, sosiale og politiske forhold eller miljøendringar. Eit skattesystem er fleksibelt dersom det kan reagere raskt på endringar, for eksempel gjennom høgare skattesatsar. Dersom saka må gjennom mange ledd vil endringa kome for seint til å vere effektiv. Eit inflasjonsjustert system vil vere meir fleksibelt enn eitt der administrasjonen må fastsetje nye satsar kvart år. I eit kvotesystem vert prisen fastsett mellom aktørane. Desse prisane justerer seg etter endringar i økonomien, tekniske nyvinningar og inflasjonsforhold så langt desse forholda får verknad for aktørane og utsleppsnivået. Ved utvikling av ein ny teknologi som reduserer utsleppa meir enn tidlegare, vil kvotemarknaden møte denne endringa gjennom skift i etterspurnad og tilbud av kvotar. Ved eit prisreguleringssystem må det gjennom fleire administrative ledd, noko som ikkje berre tar tid men også er kostbart. Mykje talar for at eit kvotesystem er meir fleksibelt i prisar enn eit skattesystem, men mindre fleksibel i total utsleppsmengde.

2.2 Ulike støttetiltak for å fremje elektrisitet frå fornybare energikjelder

2.2.1 Friviljug kjøp av grøn elektrisitet

Ved denne ordninga vel konsumentane sjølve om dei er viljuge til å betale ekstra for å kjøpe elektrisitet frå fornybare energikjelder. Ordninga skil seg frå dei andre ved at ingen må bere den ekstra kostnaden knytt til grøn elproduksjon dersom dei ikkje ønskjer det. Bortsett frå kampanjar retta mot forbrukarane for å få dei til å oppdage miljøgevinstane ved denne type elektrisitet, har ikkje styresmaktene store utgifter. I Nederland har konsumentane sidan 1995 har moglegheit til å kjøpe til å kjøpe grøn elektrisitet. Også i Sverige har elforbrukarane vist seg viljuge til å kjøpe grøn elektrisitet til dyrare pris enn konvensjonell. I USA fungerer det slik at konsumentar som er viljuge til å betale ekstra for elektrisitet frå fornybare

energikjelder, rundar rekninga si opp til næraste dollar. Konsumentane kan velje å donere pengar til FoU-prosjekt som driv med utvikling av fornybare ressursar eller berre bruke elektrisitet frå fornybare energikjelder. Det siste har vist seg å koste omkring 20% meir enn vanleg elektrisitetsforbruk.

For å motivere konsumentane til å fortsette å konsumere og også helst auke konsumet av grøn elektrisitet, er det viktig at dei ser resultat av den ekstra kostnaden dei betalar for grøn elektrisitet, for eksempel i form av vidare utbygging av den grønne elektrisitetssektoren som på sikt vil verke positivt på miljøet dersom denne produksjonen erstattar den konvensjonelle elproduksjonen. Undersøkingar visar at "grøn oppførsel" kan ha positiv effekt på miljøet, men resultatet er usikkert og dermed er det usikkert om dei politiske måla vert nådde.

Det er konsumentane som ber kostnadene, men dei er ulikt fordelte mellom dei. Mange er positive til miljøverknadene ved grønt elkonsum. Likevel lar dei vere å kjøpe grøn elektrisitet i håp om at andre konsumentar står for det dyre grønne elkonsumet slik at ein sjølv kan nyte godt av dei positive miljøverknadene gratis, det såkalla "free-rider" problemet. Denne uvissa (for eksempel omkring kor stor marknaden for grøn elektrisitet vil vere eit par år fram i tid) vil også ha negativ innverknad på insentiva til å investere i produksjonsutstyr til utvinning av fornybar energi.

2.2.2 Skatt

Det er to aktuelle skattesystem for å fremje produksjon av elektrisitet frå fornybare energikjelder. Det eine er å skattleggje dei produsentane som gjennom sin elektrisitetsproduksjon slepp ut miljøfarlege gassar. Eit anna alternativ er å gje skattelette på dei energiskattane som alt eksisterer til produsentar av grøn elektrisitet. Sverige innførte i 1991 skatt på utslepp av CO_2 , SO_2 og NO_x . I 1996 innførte Danmark nye grønne skattar på energi som vert brukt av industrien (CO_2 - og SO_2 - avgifter).

Skattlegging set ein spesifikk pris på utsleppa, men storleiken på utsleppa er vanskeleg å kontrollere. Dette særleg dersom skatten ikkje vert sett høgt nok. Då kan produsentane vere betre tent med å betale skatten framfor å redusere produksjonen eller investere i reinseutstyr. Bruken av skatt kostar styresmaktene store årlege summar fordi systemet krev ein stor administrativ kapasitet for å gjennomføre ei kontinuerleg oppdatering på utslepp, kontroll av

at data blir brukte på rett måte, i tillegg til innsamling av skattane. Samtidig får dei inn store summar i skatteinntekter. Desse kan eventuelt nyttast til å finansiere kostnadene ved skattesystemet.

Skatt på produksjon påfører produsentane høgare produksjonskostnader. Ved få produsentar og mange konsumentar kan produsentane velte deler eller heile kostnadene over på konsumentane i form av høgare konsumentpris. Når berre nokre av produsentane vert skattlagde (som er tilfelle i elektrisitetsmarknaden) må dei i stor grad bere kostnadene sjølve, ofte i form av redusert produksjon til ein høgare kostnad. Skattlegging av nokre produsentar mens andre går fri eller får skattelette er konkurransevridande. I ein lukka økonomi der målet er å fremje produksjon av grøn elektrisitet er dette uproblematisk. Ved internasjonal handel kan konsekvensen bli at dei konvensjonelle aktørane prisar seg ut av marknaden.

Fleksibiliteten til eit skattesystem er avhengig av moglegheita til å reagere på ei endring i utslepp, for eksempel gjennom høgare skattesatsar. Dersom saka må gjennom mange ledd vil endringa kome for seint til å vere effektiv.

2.2.3 Subsidiar/garanterte minsteprisar

Støtte til produksjon av grøn elektrisitet gjennom subsidiar kan ta mange former. Garanterte minsteprisar har blitt mykje brukt. I land som bruker denne forma for økonomisk støtte er dei grønne produsentane garanterte ein minstepris for elektrisiteten dei leverer til nettet. Dette har vist seg å gje investorane og produsentane ein høg grad av tryggleik og sjølv små produsentar kan derfor få kommersielle lån og kredittar. Sjølve gjennomføringa varierer frå land til land.

I Tyskland er det viktigaste instrumentet for å fremje produksjon av elektrisitet frå fornybare energikjelder ei lov om tilgang til elektrisitetsnettet for dei grønne produsentane; ”Stromeinspeisungsgesetz”. Lova krev at elforsyningsselskapa kjøpar opp straumen frå grønne anlegg til prisar som ligg mellom 65 og 90% av forbrukarprisane. Denne favoriseringa har vore ei sterkt medverkande årsak til at til dømes vindkraftskapasiteten steig frå 2 MW i 1990 til 2075 MW ved utgangen av 1997.⁵ Dei andre programma på regjeringsnivå, for eksempel generelle og spesifikke støtteprogram for blant anna solvarme og biomasse, er av begrensa

⁵”Notat om støtteordningar til VE i utvalgte EU-lande herunder særleg Spania og Tyskland”, Energistyrelsen 25/1/99.

rekkevidde samanlikna med "Stromeinspeisungsgesetz". I tillegg til programma på regjeringsnivå eksisterer det ei lang rekke program på delstatsnivå.

I Spania, som har eit ambisiøst program for grøn elektrisitetsutbygging, har ein satsa på to ordningar. Dels at styresmaktene fastset kjøpspris for elektrisitet frå grønne anlegg under 50 MW og dels at styresmaktene gjev investeringstilskot. Dei spanske kjøpsprisane for grøn elektrisitet utgjer 80-90 % av gjennomsnittstariffen for elektrisitet. Investeringstilskota går hovudsakleg til små vasskraftverk(42,9%), vind(21%) og biomasse(19%). Dei maksimale investeringstilskota for vasskraftverk er 5% for anlegg under 5 MW, 30% for vindkraft og 30% for biomasse.

I Danmark blir det gitt tilskot til elektrisitet framstilt ved naturgassbasert kraftvarme, elektrisitet frå fornybare energikjelder og biomasse. Tilskotet blir delt opp i 3 beløp: 7, 10 og 17 øre/kWh og vert utbetalt etter anleggstype- og storleik i tillegg til alder på anlegga. For privateigde vindmøller var støtta fram til 1999 på 10 + 17 øre mens ho var på 10 øre for vindmøller eigde av elverka. Støtta til privateigde møller auka frå 155 mill. kroner i 1996 til 342 i 1999. Den tilsvarande auken for møller eigde av elverka var frå 122 til 239 mill. kroner.⁶

Tabell 1 viser at Danmark, Tyskland og Spania til saman sto for ca. tre fjerdedelar av den samla installerte vindkraftskapasiteten i EU i perioden 1989 til 1997.

Tabell 1. Vekst i installert vindkraftskapasitet i utvalde EU-land⁷

År	Danmark	Tyskland	Spania	EU 15	% av EU 15
1989	262	20	6	354	81,5
1990	343	48	7	482	82,5
1991	413	110	7	656	80,8
1992	458	183	46	905	75,9
1993	491	334	51	1247	70,3
1994	532	643	75	1675	74,6
1995	6619	1137	115	2473	75,6
1996	842	1546	211	3429	75,8
1997	1111	1966	455	4661	75,8

⁶ "Energistyrelsens tilskudsordninger, beskrivelser og vurderinger, Februar 2000".

⁷ Kjelde: EUROSTAT

Bruken av garanterte minsteprisar for å fremje grøn elektrisitetsproduksjon har fleire negative sider trass i den storstilte utbygginga han har resultert i. Først og fremst verkar denne type støtte konkurransehemmande. I ein marknad utan prisreguleringar, vil produsentane konkurrere om å produsere til lågast mogleg kostnad for å kunne tilby varen til ein lågare pris enn konkurrenten. Gjennom stadige innovasjonar og nytenking pressar ein kostnadene ned. Produsentar som ikkje klarar å halde følge med denne utviklinga vil fort prise seg ut av marknaden. Minsteprisen vert derimot fastsett ved ei sentral politisk slutning. Denne prisen avspeglar ikkje kostnadene til produsentane og vert sjeldan senka i takt med teknologiutviklinga. Det fører til at ordninga har ein tendens til å oversubsidiere den grønne produksjonen og til oppretthalding av produsentar med kunstig høge kostnader.

Prisen på elektrisitet sender eit signal til marknadsaktørane om investeringsbehovet for ny kapasitet. Når marknadsprisen på elektrisitet er lågare enn dei langsiktige marginalkostnadene, er det eit uttrykk for at det ikkje er behov for ny kapasitet. Dette er karakteristisk for dagens europeiske elmarknad som har svært låge elektrisitetsprisar og stor overkapasitet. Med ein garantert pris for all elektrisitet levert til nettet, vil investering i grøn elproduksjon auke så lenge marginalkostnadene er lågare enn minsteprisen. Dette skjer uavhengig av om det faktisk er bruk for denne ekstra produksjonen for å møte etterspurnaden etter elektrisitet.⁸ Det medfører at slutningar om nye investeringar i grøn elproduksjon vert uavhengig av det faktiske kapasitetsbehovet. I Danmark vil dei forventa investeringane i den grønne elmarknaden over dei neste fire åra vere i storleiken 3.5 TW eller omkring 10% av det noverande elforbruket. Ein har eigentleg ikkje bruk for denne kapasiteten og alt anna like vil investering i den grønne elsektoren føre til ei forlenging av perioden med overkapasitet og dermed kunstig låge elektrisitetsprisar. Faren er stor for at dei store årlege utgiftene styresmaktene har til styring og handtering av alle kostnadselementa knytt til den grønne elproduksjonen i tillegg til oversubsidiering, på sikt vil hemme støtta frå faket.

Eit anna minus er at ordninga ikkje utan vidare tillet handel mellom land. Handel mellom to land der berre det eine opererer med minsteprisar på grøn el vil medføre at konsumentane i landet med minsteprisar vil kjøpe grøn elektrisitet frå nabolandet som kan produsere billigare på grunn av marknadsbaserte prisar. Dette har fleire land som bruker minsteprisar tatt konsekvensen av. Danmark held på å trappe ned bruken av faste prisar til fordel for

⁸ Miljømessig er det ingenting å hente dersom ein auke i grøn elektrisitetsproduksjon ikkje fører til ein reduksjon i konvensjonell produksjon.

konkurransebaserte prisar. Den tyske regjeringa vurderer om dei skal innføre ei marknadsbasert støtteordning.

I Spania har dei prøvd å overvinne ulempene med faste prisar ved å avgrense prisgarantien til berre å gjelde ein del av den samla betalinga. På den måten får ein marknadspris for ein del av straumen mens ein annan del vert selt til faste prisar. Dei grønne produsentane sin samla pris vert: Marknadspris for konvensjonell elektrisitet + fast pristillegg per kWh. Pristillegget vert finansiert ved ei avgift på elektrisitetsforbruket. Det faste pristillegget avspeglar dei ekstra kostnadene for dei ulike teknologiane brukt for å framstille grøn elektrisitet. Fordelen med dette er at dei lovande, men ennå ikkje kommersielt modne, teknologiane kan integrerast i marknaden. Pristillegget vert betalt ut til kjøparane av grøn elektrisitet, som då vel den mest effektive eller billegaste produsenten uavhengig av om produsenten er ”grøn” eller ”konvensjonell”. Slik blir det konkurranse mellom dei ulike grønne produsentane, og mellom dei grønne og konvensjonelle produsentane. Ein går ut frå at det vil føre til eit konstant incitament til å auke effektiviteten og nyvinningane. Om det faste pristillegget kjem til å skape eit dynamisk effektivitetspress på dei grønne teknologiane er avhengig av to ting: Dels må pristillegget fastsetjast svært presist slik at dei ekstra kostnadene til dei grønne produsentane ved bruk av dei ulike teknologiane er nøyaktig avspegla i pristillegget. Dels må pristillegget justerast i takt med teknologiutviklinga. Pristillegget blir dermed fastsett reint administrativt.

Kort sagt vert det økonomiske tilskotet per kWh fastsett administrativt ved bruken av subsidiar/garanterte minsteprisar for å finansiere den grønne elproduksjonen. Storleiken på utbygginga er avhengig av tilskotet. Er dette for lite vil ikkje styresmaktene oppnå ønska utbygging av den grønne elsektoren, mens det motsette er tilfelle når tilskotet er for høgt. Kostnadene knytt til systemet kan fort verte store. I tillegg til den administrative delen, er det høge kostnader knytt til utbetaling av subsidiane. Er tilskotet høgare enn naudsynt for å nå den politiske målsetjinga, vert også kostnadene større enn naudsynt. Sidan det er skattepengar som finansierer denne type støtte, er det fare for at oversubsidiering av dei grønne produsentane på sikt vil hemme støtta frå folket. Vidare har det vist seg at systemet ikkje er særleg fleksibelt. Det tek tid å endre storleiken på subsidiane ved teknologiske innovasjonar som reduserer produksjonskostnadene til dei grønne produsentane. Systemet let seg heller ikkje utan vidare foreine med internasjonal handel.

2.2.4 Anbud

Ved denne ordninga vert produksjon av elektrisitet frå fornybare energikjelder lagt ut på anbud. Dei potensielle produsentane konkurrerer på prisar, kostnader og andre fastsette kriterium. Når ein produsent får tilslag på anbudet sitt så inngår han og styresmaktene ein avtale om produksjonsvolum og pris for den elektrisiteten han produserer og leverer til nettet. Dersom produsenten er i stand til å produsere billegare enn avtalt pris får han behalde overskotet. Frankrike, Irland og Storbritannia har brukt denne forma for finansiering ved utbygginga av den grønne elsektoren.

I Storbritannia går dette føre seg gjennom NFFO programmet: Non-Fossil Fuel Obligation. I tillegg til offentlege anbudsrundar er dei regionale elselskapa forplikta til å distribuere ei viss mengd grøn elektrisitet. Dei samarbeider gjennom organet "Non-Fossil Purchasing Agency" om å oppfylle denne forpliktinga. Midla til å gjennomføre NFFO-rundane vert skaffa gjennom ei særavgift på elektrisitet.

Tabell 1 viser utviklinga i installert vindkraftskapasitet(MWe) i UK, Irland og Frankrike og kor stor del dette er av den totale utbygginga i dei 15 største EU-landa.

Tabell 2. Vekst i installert vindkraftskapasitet i utvalde EU-land⁹

År	UK	Irland	Frankrike	EU 15	% av EU 15
1989	9,5	0,1	0,3	353,5	2,8
1990	9,9	0,1	0,3	482,1	2,2
1991	14,1	0,1	0,6	656,3	2,3
1992	50,2	0,1	0,6	904,7	5,6
1993	131,3	6,5	3,1	1246,8	11,3
1994	153,3	6,5	3,4	1675,2	9,7
1995	203,3	6,5	3	2473,3	8,6
1996	271,6	6,5	9,4	3428,8	8,4
1997	322	50	9	4661	8.2

Vi ser at mens det britiske bodsystemet har hatt ein viss suksess, har utbygginga i Irland og Frankrike vore svært liten. *Uvisse* er eit stikkord når ein skal forklare kvifor så er tilfelle. Tida frå den dagen ein får tilslag på anbudet sitt og til ein faktisk byrjar å produsere er forholdsvis

⁹ Kjelde: EUROSTAT

lang, og mykje kan endre seg i mellomtida. Ei anna ulempe er at bodrundane føregår støyttvis og det er dermed ikkje ei permanent og kjent avkastning på kapitalinnsatsen.

Vidare er det svært tidkrevjande og kostnadstungt å delta i anbodsrundane. Det krev verksemdar med lang planleggingshorisont og kapital tilgjengeleg for utarbeiding av tilbod. Dette utelet dei mindre, men ofte vel så effektive produsentane av grøn elektrisitet som ikkje har same kapitalen i ryggen. Den billegaste grønne produksjonen i form av individuelt eigde landmøller vil typisk ikkje kunne verte utvikla ved sentrale anbodsrundar. I Danmark bidreg desse med 8% av den grønne elproduksjonen.

NFFO sin suksess i England har fleire årsaker. For det første har det blitt gjennomført fleire anbodsrundar frå oppstarten i 1990 til september 1998. Dette har ført til at teknologiane så vel som anbodsmekanismane har hatt tid til å modnast, og kvar runde har medført forbetringar på bakgrunn av feil som ein har lært av i tidlegare rundar. Eit anna moment er at kvart prosjekt vert samanlikna med eit som liknar. Vindmøller konkurrerer mot vindmøller, biomasse mot biomasse osv. Det fører til at kvar teknologi får tid til å utvikle seg i eit passande tempo utan å verte tvungen til å konkurrere med andre teknologiar som utviklar seg raskare og betre. Dette er gunstig for nye teknologiar. Dei som har inngått NFFO- kontraktar har også fått betaling over lange nok periodar til å garantere ei rimeleg finansiering av prosjekta. Kontraktane har også lang bindingstid slik at prosjekta kan utvikle seg utan tidspress. Resultatet har blitt ein stødig reduksjon i pris på elektrisitet frå fornybare kjelder. Ved bruk av NFFO har kostnadene ved produksjon av elektrisitet frå fornybare energikjelder blitt meir enn halverte. Dei meir modne teknologiane produserer i dag til same kostnad som den gjennomsnittlege engrosprisen for elektrisitet frå konvensjonelle produsentar. Dei er likevel enno ikkje konkurransedyktige med dei nye gasskraftverka.

På tross av utbygginga har bruken av sentrale anbodsrundar heller ikkje i Storbritannia vore så verknadsfullt som ønska, mykje grunna motstand frå lokale styresmakter. Det heng blant anna saman med at det kan vere få lokale økonomiske fordeler og få eigarskap knytt til store utbyggingar av grøn elektrisitetskapasitet. Det kan ein korrigere ved at dei statlege planleggjarane peikar ut lokalitetar og ved at lokalbefolkninga vert sikra gjennom eit mindre eigarskap i for eksempel store havvindmølleprosjekt.

Summerer vi opp diskusjonen kan vi seie at det har vist seg vanskeleg å nå dei politiske målsetjingane rundt utbygging av den grønne elsektoren ved bruk av sentrale anbodsrundar. Dette skyldast i stor grad uvissa og kostnadene knytt opp til anbodsrundane. Systemet sikrar heller ikkje at utbygginga skjer til lågast mogleg kostnad sidan dei små, men effektive produsentane, ikkje har økonomisk moglegheit til å delta. Det er styresmaktene som ber kostnadene knytt til systemet; kostnader knytt til gjennomføring av anbodsrundane, og til finansiering av produksjonen til produsenten som får tilslag på anbodet sitt. Systemet er heller ikkje særleg fleksibelt. Styresmaktene får for eksempel ikkje nytt godt av nyvinningar som finn stad like etter ein bodrunde er avslutta, før ved neste anbodsrunde. Dei mange negative sidene ved bruk at anbodsrundar gjer at ein bør vurdere andre finansieringssystem. Likevel er det verdt å merke seg at systemet ofte har blitt brukt med hell til store kapitalkrevjande prosjekt med få aktørar. Dei potensielle grønne produsentane leverer inn anboda samtidig. Dei ulike tilboda kan då samanliknast, og ein sikrar seg store utbyggingar til låge kostnader.

2.3 Oppsummering

Kvart finansieringssystem har sine fordelar og ulemper. Ved friviljug kjøp av grøn elektrisitet vel konsumentane sjølve om dei er viljuge til å bere dei ekstra kostnadene knytt til denne type produksjon. Utbyggingsresultata er derimot usikre og det har vist seg vanskeleg å nå dei politiske målsetjingane. Kostnadene knytt til systemet er usikre og ujamt fordelte. Det kan resultere i at konsumentar av grøn elektrisitet vert "leie av" å betale for at også "free-rider" konsumentane skal nyte godt av dei miljømessige gevinstane. Derimot kan systemet lett omstille seg ved marknadsendingar, for eksempel gjennom lågare konsumentprisar ved kostnadsreduksjon etter ei teknologisk nyvinning.

Ved eit skattesystem kjenner styresmaktene kostnadene knytt til å fremje den grønne elproduksjonen, men også her er utbyggingsresultata usikre. Skattlegging verkar konkurransehemmande på produsentar av konvensjonell elektrisitet som konkurrerer på verdsmarknaden. Skattefritak for grøn elektrisitet ved handel resulterer derimot i at styresmaktene subsidierer utlendingar sitt konsum av denne type elektrisitet. Kven som ber den finansielle børa ved skattlegging er avhengig av om produsentane kan velte dei ekstra produksjonskostnadene ved skattlegging over på konsumentane i form av høgare elektrisitetsprisar.

Bruken av garanterte minsteprisar er den finansieringsforma som har hatt størst suksess når det gjeld utbygging av den grønne elektrisitetssektoren. Likevel er den totale utbygginga usikker samtidig som kostnadene knytt til systemet er høge. Ordninga tillet heller ikkje utan vidare handel mellom land.

Produksjon av grøn elektrisitet lagt ut på anbod skulle i utgangspunktet føre til ønska utbygging til ønska kostnader. Sjølv om systemet til ein viss grad har hatt suksess i Storbritannia, har ikkje finansiering av grøn elektrisitetsproduksjon gjennom anbodsrunder resultert i ei storstilt utbygging. Dette fordi uvissa rundt framtidige inntekter har ført til at store investorar har vegra seg mot å tre inn på marknaden mens dei små investorane ikkje har hatt økonomiske ressursar til å delta i anbodsrunderne. Finansieringssystemet har heller ikkje vist seg å vere særleg fleksibelt overfor endringar i økonomien. Det har for eksempel tatt tid før ein har fått dradd nytte av teknologiske nyvinningar som kunne redusert produksjonskostnadene.

Ulempene og manglane ved dagens finansieringssystem, spesielt problema rundt innføringa av ein felles europeisk elmarknad, gjer at behovet for eit nytt og betre system har meldt seg. Dette, saman med ønsket om eit meir marknadsbasert finansieringssystem, har resultert i ideen om ein separat marknad for dei miljømessige fordelane ved produksjon av elektrisitet frå fornybare energikjelder. Gjennom kjøp og sal av grønne sertifikat, som dei grønne produsentane får ved levering av elektrisitet til nettet og konsumentane er pålagde å kjøpe frå dei grønne produsentane i etterkant av elkonsument sitt, håpar ein å flytte den finansielle børa frå styresmaktene til konsumentane samtidig som konkurransepresset mellom den enkelte grønne produsenten aukar. Resten av oppgåva er vidd til den grønne sertifikatmarknaden. Eg byrjar i neste kapittel med å presentere sertifikatmarknaden med dei visjonar og målsetjingar ein har til han.

3 Den grønne kvotemarknaden

Mangelen på eit velfungerande finansieringssystem for å fremje produksjon av elektrisitet frå fornybare energikjelder, som gjer at ein kan nå dei politiske målsetjingane til både er målretta, ikkje altfor kostbart og ikkje minst fleksibelt med omsyn til endringar i økonomien, gjer at behovet for å tenke nytt har meldt seg. Spesielt er fleksibiliteten viktig for ei næring som står overfor store endringar i nær framtid på grunn av liberaliseringa av elmarknaden. Ideen om ein separat marknad for dei miljømessige fordelane ved produksjon av grøn elektrisitet er eit resultat av ønsket om eit meir marknadsbasert finansieringssystem.

Resten av oppgåva tek for seg finansiering av produksjon av elektrisitet frå fornybare energikjelder gjennom kjøp og sal av grønne sertifikat. Eg vil rette søkelys på eit par av spørsmåla og problemstillingane rundt denne finansieringsmetoden. Eg byrjar med å gje ei oversikt over dei fordeler og ulemper ein trur systemet vil ha samanlikna med dei tidlegare nemnte finansieringssystema. I 3.2 utleiar eg modellverktøyet som eg deretter i 3.3 brukar til å sjå korleis aktørane i marknadene tilpassar seg under ulike marknadsforhold. I dette kapitlet er modellen lukka for internasjonal handel med grønne sertifikat.

3.1 Sertifikatmarknaden

Det som kjenneteiknar dei fleste finansieringssystema nytta for å fremje produksjonen av grøn elektrisitet, er at ein stor del av den finansielle børa ligg på styresmaktene, samtidig som dei er konkurransehemmande. I den grad konsumentane har vore med på å betale den ekstra kostnaden knytt til denne typen elproduksjon har det ofte vore gjennom skattlegging av andre varer og tenester. Dette har resultert i at støtta frå den enkelte har vore uavhengig av elkonsument deira. Ved å innføre ein grøn sertifikatmarknad håpar ein å flytte den finansielle børa frå styresmaktene til konsumentane. Samtidig vil konkurransepresset auke for produsentane og utbygging av grøn elproduksjon til låge prisar vert sikra. Danmark, Holland, Tyskland og Belgia er land som i nær framtid skal innføre ein sertifikatmarknad for å fremje den nasjonale produksjonen av grøn elektrisitet.

I sertifikatmarknaden deler ein produksjonen av elektrisitet frå fornybare energikjelder opp i to gode: I tillegg til elektrisitet produserer dei grønne produsentane også ”rein luft” som dei frå

styresmaktene får tildelt grønne sertifikat for. Dette er verdipapir som viser storleiken på elproduksjonen til den enkelte leverandøren. Elektrisiteten sel dei til marknadspris på lik linje med produsentane av elektrisitet frå ikkje-fornybare energikjelder. I tillegg vert det oppretta ein separat finansiell marknad for grønne sertifikat. Etterspurnaden etter sertifikata vert sikra gjennom kvotar for grøn elektrisitet som alle elforbrukarane må oppfylle. Er kravet til grønt konsum 20%, må konsumentane i etterkant av elkonsumet sitt, kjøpe grønne sertifikat tilsvarande 20 % av konsumet.

Prisen på sertifikata vert fastsett gjennom forhandlingar mellom produsentar av grøn elektrisitet og konsumentar av elektrisitet, der aktørane opptre i ein innbyrdes konkurranse om å selje og kjøpe til den beste prisen. Den samla inntekta til dei grønne elprodusentane vert: Marknadspris for konvensjonell elektrisitet + marknadsbestemt pristillegg i form av sal av grønne sertifikat. Konsumentane si totale utgift til elektrisitet vert: Marknadspris for elektrisitet + andel pålagt konsum av grøn elektrisitet \times pris på sertifikata.

Storleiken på sertifikata vil mest sannsynleg variere frå land til land. I Holland har dei ein storleik på 10 MW, noko som svarar til at produsentane må levere minimum 10 MW for å få eit sertifikat. I Danmark har det vore snakk om at sertifikata skal ha ein mykje mindre storleik, for eksempel 100 kWh, blant anna for å gjere dei meir publikumsvenlege. Bortsett frå administrative kostnader er det ingenting som tilseier at det ikkje kan skrivast ut eit sertifikat for kvar kWh grøn elektrisitet levert til nettet.

I motsetnad til for eksempel minsteprismodellen fastset styresmaktene i denne modellen kor stor andel av elkonsumet som skal kome frå fornybare energikjelder, men dei fastset ikkje prisen. Marknaden fastset sjølv storleiken på tilskotet som er naudsynt for å oppfylle den fastlagde kvoten. Ideelt sett vil det seie at prisen alltid vil reflektere produksjonskostnadene, og at den naudsynte utbygginga og prisen på sertifikata alltid er korrekt, slik at det ikkje eksisterer overskotsetterspurnad/tilbod.

Vidare gir modellen moglegheiter for både produsentar og konsumentar å utnytte den fleksibiliteten som vert skapt i marknaden. I minsteprismodellen er det berre dei grønne produsentane som har incitament til kostnadseffektivisering. Det kan medføre at gevinstane knytt til plassering av dei grønne anlegga tett på forbrukarstaden ikkje vert utnytta. I ein kvotemarknad vert det skapt effektivitetsfremmande incitament i alle ledd som har samband

med den marknadsmessige ”handteringa” av den grønne elproduksjonen. For eksempel kan forbrukarar og produsentar få fordel av lokaliseringa av anlegget. Det kan styrke det lokale engasjementet og initiativet i tilknytning til innfriinga av minstekjøpsforpliktinga.

Storleiken på det grønne elkonsumet vert fastsett av eit organ oppnemnt av styresmaktene. I Danmark skal kvoten verte fastsett av Miljø- og Energiministeren. Etterspurnad utover kvoten kan oppstå frå ”grønne” forbrukarar eller verksemdar som ønskjer å kjøpe fleire sertifikat, til dømes for å marknadsføre seg på ein grøn profil. Forbrukarane får direkte tilgang til å uttrykkje sine grønne preferansar.

Kvoteordninga krev grundig kjennskap til produsentane sine faktiske og realistiske produksjonsutbyggingar. Dersom kvoten fastset ein for høg etterspurnad, kan sertifikatprisen overstige produksjonskostnadene med ein betydeleg margin. Omvendt skal det vere incitament til fleire utbyggingar. Kvotefastsetjinga skal dermed stake ut ein realistisk, jamt stigande etterspurnad, fleire år fram i tid. Modellen har berre meining dersom prisen ikkje vert fastsett sentralt, men er ein marknadsbestemt pris som skapar likevekt mellom tilbod og etterspurnad. Det er derfor ikkje til å unngå at det vil vere uvisse rundt den framtidige salsprisen for grønne sertifikat. Samtidig er stabile marknadsforhold saman med auka konkurranse viktig for å oppnå låge prisar.

Felles for alle marknader er at til dømes nye teknologiar kan redusere produksjonskostnadene så mykje at eldre produksjonsanlegg ikkje lenger er konkurransedyktige. Med minstekvotemodellen kan ein gradvis byggje opp ein grøn marknad der prisane dag for dag vert bestemte av marknadskreftene, i motsetnad til andre modellar der prisen er politisk bestemt. Uvisse rundt den framtidige marknadsprisen kan ein minske ved at til dømes ein investor som ønskjer å investere i grøn elproduksjon kan få tryggleik i form av ein langsiktig avtale, for eksempel ein 10-års periode.¹⁰ Investoren/produsenten vil normalt måtte betale ein premie (for eksempel i form av lågare salspris) for å oppnå ein slik tryggleik i form av ein langsiktig avtale. Ein annan måte å minske uvisse på er å legge rammer omkring dei framtidige etterspurnadsforholda. Derfor foreslår ein i Danmark bindande minimumskvotar for ein 5-års periode. Kjennskap til dei framtidige minimumskvotane bør vere allment tilgjengeleg slik at det er sjansar for å etablere ein gjennomsiktig marknad der det ikkje treng

¹⁰ Enten som formalisert terminmarknad eller som bilaterale kontrakter.

å oppstå større prissvingingar. Politiske vedtak om framtidige kvotar kan dermed baserast på eit gjennomsiiktig grunnlag, og forbrukaren vil eintydig vite kva sertifikatet representerer.

Fleire land har fastsett rammar for prissvingingane på sertifikata. I Danmark skal dei skal ha ein minimumspris på 0.1 DKK per kWh. Dette skal skje ved å føre vidare CO_2 -avgiftsrefusjonen for grøn elektrisitet sidan denne produksjonen er CO_2 -nøytral. Det er også ein maksimumspris. Dersom forbrukarane ikkje oppfyller kvoten må dei betale ei avgift på 0.27 DKK per kWh til staten, som dermed vert prisloftet. Dette prisloftet er identisk med dagens driftstilskot. Det nye pristillegget i form av sertifikat skal maksimalt kunne oppnå denne prisen og helst mindre. Det skal også vere mogleg for dei grønne produsentane å sikre seg ein fast pris på sine sertifikat mellom 0.10 og 0.27 DKK. Den sentrale børsen skal kunne tilby langtidskontraktar.¹¹

Marknaden kan utviklast slik at ein hindrar at dei ennå ikkje marknadsmodne teknologiane vert utkonkurrerte av for eksempel vindkraft, fordi dei på kort sikt har høgare kostnad. Det er foreslått at dei kan sikrast gjennom ein særskilt kvote. Det avgrensar derimot konkurransepresset frå andre teknologiar til auka innovasjon og teknologiutvikling. Dessutan kan det vere svært vanskeleg å stikke ut presise, realistiske kvotar for ennå ikkje marknadsmodne teknologiar, blant anna fordi ein sjeldan kan føresjå teknologigjennombrot. Ein enklare måte å sikre desse teknologiane på er å gje dei ekstra sertifikat. Andelen sertifikat mellom dei ulike teknologiane kan justerast i takt med utviklinga av teknologiane. Ein tredje måte å støtte dei ennå ikkje kommersielt modne teknologiane på, er å tildele dei like mange sertifikat som dei andre teknologiane, men supplere dei med eit fast støttebeløp per kWh. Dermed vert den samla støtta: Marknadspris for elektrisitet + pris for sertifikat + særlege støttebeløp til dei ennå ikkje kommersielt modne teknologiane.

Det er mange spørsmål rundt organiseringa av ein grøn sertifikatmarknad og ikkje minst rundt kostnadene knytt til organisering og gjennomføring. For detaljerte og innhaldsrike rapportar om emnet viser eg til PriceWaterHouseCoopers og Rambøll.¹²

¹¹ T.d. i form av forward- og futurekontraktar eller opsjonar.

¹² "Organisering af VE-marked og handel med VE-beviser" og "Økonomisk vurdering af vedvarende energikilder i et grønt el-marked".

3.2 Presentasjon av modellen

I dette kapitlet presenterer eg modellen som eg skal bruke for å sjå korleis marknaden for grønne sertifikat fungerer under ulike marknadsforhold. Modellen baserer seg på Amundsen og Mortensen(2000).¹³

I modellen har ein to marknader: Ein marknad for kjøp og sal av elektrisitet og ein marknad for kjøp og sal av grønne sertifikat. Seljarane av grønne sertifikat er produsentar av elektrisitet frå fornybare energikjelder. Kjøparane er konsumentar av elektrisitet. Dei er forplikta til å kjøpe sertifikat tilsvarande ein bestemt andel av det totale elkonsumet deira (dersom denne andelen er på 20 % og elkonsumet er 20 000 kWh, er dei forplikta til å kjøpe 4000 sertifikat når kvart er pålydande 1 kWh). Ein kan sjå på sertifikata som eit løyve til å konsumere elektrisitet. Styresmaktene har sett ei nedre og øvre prisgrense på sertifikata. Innanfor desse grensene er prisen marknadsbestemt; tilbod og etterspurnad er avgjerande. Produksjonen av grøn elektrisitet er kapasitetsavgrensa slik at andel grøn elektrisitet som konsumentane er pålagde å konsumere set ei øvre grense på det totale elkonsumet. Eit påbod om at 20% av elkonsumet skal kome frå fornybare energikjelder fører til at det totale konsumet ikkje kan overstige fem gonger den grønne produksjonen, så lenge sertifikatprisen ikkje overstig den øvre prisgrensa. I så tilfelle kan ein konsumere meir dersom ein betaler ei bot tilsvarande maksimumsprisen til staten for kvar kWh elektrisitet konsumert. Modellen er kortsiktig. Det inneber blant anna at kapasiteten til dei grønne produsentane er konstant - inga storstilt utbygging av for eksempel vindmøller.

Først gjev eg ei oversikt over variablane, aktørane og marknadene i modellen. Deretter ser eg på den kortsiktige likevekta i ein lukka og ein open elmarknad. Eg tek så utgangspunkt i denne likevekta og ser kva som skjer med tilpassinga ved endringar i marknadsforholda, som for eksempel strammare miljøkrav og auka andel pålagt konsum av grøn elektrisitet. I dette kapitlet er marknaden for grønne sertifikat lukka for internasjonal handel.

3.2.1 Variablar, aktørar og marknader

Modellen består av tre aktørar: konsumentar av elektrisitet, produsentar av konvensjonell elektrisitet og produsentar av grøn elektrisitet, og to marknader: elektrisitetsmarknaden og

¹³ "The danish green certificate system: some simple analytical results", Working Paper, No. 2000.

marknaden for grønne sertifikat. Eg byrjar med å gje ei oversikt over variablane i modellen før eg presenterer aktørane og marknadene.

3.2.1.1 Teiknforklaring

p = elprisen som konsumentane står overfor

s = pris på grønne sertifikat

\bar{s} = maksimumspris på grønne sertifikat

\underline{s} = minimumspris på grønne sertifikat

q = innanlandsk engrospris på elektrisitet

q_m = utanlandsk engrospris på elektrisitet

r = auka produksjonskostnad p.g.a. pålagt CO_2 - reduksjon

x = totalkonsum av elektrisitet

y = produksjon av elektrisitet ved bruk av ikkje fornybar energikjelder

z = produksjon av elektrisitet ved bruk av fornybare energikjelder (grøn el)

\bar{z} = maksimal mogleg produksjon av grøn elektrisitet

m = import (+) eller eksport (÷) av elektrisitet

α = pålagt andel (%) elkonsument frå fornybare energikjelder

β = reduksjon i CO_2 - utsleppa

g^d = etterspurnad etter grønne sertifikat

g^s = tilbod av grønne sertifikat

3.2.1.2 Aktørar i marknaden

Det er tre aktørar i marknaden: konsumentar, produsentar av elektrisitet frå fornybare energikjelder og produsentar av elektrisitet frå ikkje fornybare energikjelder. Ingen av aktørane har marknadsmakt.

Etterspurnadssida

Det er n , ($n=1, \dots, N$) identiske konsumentar som etterspør elektrisitet og grønne sertifikat. Det vil seie at det ikkje vert skilt mellom etterspurnadsmønsteret til bedrifter og private, i tillegg til at det vert sett vekk frå at etterspurnaden varierer med årstidene (høg etterspurnad om vintaren og låg om sommaren). Konsumentane føretrekker ikkje elektrisitet frå den eine

energikjelda framfor den andre, all elektrisitet er homogen for konsumentane. Dei har perfekt informasjon. Det vil seie at dei utan stor innsats eller kostnad kan skaffe seg informasjon om prisar på elektrisitet og sertifikat frå dei ulike produsentane. Dei har heller ikkje bindings- eller bytekostnader, dei kan kostnadsfritt skifte leverandør. Dette medfører at konsumentane til ei kvar tid kjøper elektrisitet frå dei billegaste leverandørane.

Den inverse etterspurnadsfunksjonen etter elektrisitet er gitt som:

$$p = p(x), \text{ der } \partial p(x) / \partial x < 0 \quad (3.1)$$

Etterspurnaden etter grønne sertifikat er avhengig av konsumenten sitt elkonsument, x , og pålagt konsum av grøn elektrisitet, α :

$$g^d = \alpha x \quad (3.2)$$

Den totale prisen som konsumentane må betale er summen av engrospris på elektrisitet og prisen på dei grønne sertifikatene multiplisert med pålagt andel konsum av grøn elektrisitet:

$$p = q + \alpha s, \text{ gitt } s \in (\underline{s}, \bar{s}) \quad (3.3)$$

Produsentar av konvensjonell elektrisitet

Det er j , ($j=1, \dots, J$) identiske produsentar av elektrisitet frå ikkje-fornybare energikjelder. Produksjonen deira medfører utslepp av blant anna CO_2 . Styresmaktene har sett ei grense på kor store utsleppa skal vere og fordeler dette mellom produsentane ved å dele ut gratis CO_2 -kvotar. Produsentane kan nytte seg av desse sjølve eller selje dei, eventuelt kjøpe kvotar frå andre dersom utsleppa deira er større enn kvotane tilseier. Dersom prisen på kvotane ved handel er høgare enn det kostar produsenten å reinse, vil produsenten investere i reinseutstyr slik at produksjonen hans ikkje medfører så store CO_2 -utslepp som tidlegare, og selje dei kvotane han sjølv ikkje lenger treng. Ved det motsette tilfellet vil han kjøpe kvotar frå andre framfor å investere i reinseanlegg. Talet på CO_2 -kvotar vert i denne modellen indirekte uttrykt gjennom variabelen β . Jo større denne er, jo færre kvotar er tilgjengelege og resultatet vert dyrare produksjon for dei konvensjonelle produsentane, enten i form av reinsing eller ved

kjøp av ekstra kvotar som aukar i pris når talet på dei går ned. I tillegg til kostnader knytt til utslepp av CO_2 , har dei konvensjonelle produsentane også variable kostnader knytt til produksjonen, for eksempel kostnader til kjøp av kol, drift av anlegg etc. Dette gir følgjande kostnadsfunksjon:

$$c = c(y, \beta) \quad (3.4)$$

der $c'_y > 0$, $c''_{yy} \geq 0$, $c'_\beta > 0$, $c''_{\beta\beta} \geq 0$

Når $\beta = 0$ har ein ingen restriksjonar på utslepp av CO_2 .

Maksimeringsproblemet for produsentane av elektrisitet frå fornybare energikjelder vert:

$$\text{Max } \Pi(y_j) = qy_j - c(y_j, \beta_j) \quad (3.5)$$

Førsteordensvilkåret gir optimal tilpassing:

$$q = c'_y(y_j, \beta_j), \quad \forall j \quad (3.6)$$

Frå (3.6) ser vi at optimal tilpassing er gitt ved: $MR = MC$, dvs der marginalinntekta q , er lik dei marginale kostnadene, $c'_y(y_j, \beta_j)$. Den kortsiktige tilbodscurva til dei konvensjonelle produsentane er samanfallande med marginalkostnadscurva deira.

Produsentar av grøn elektrisitet

Det er k , ($k = 1, \dots, K$) identiske produsentar av elektrisitet frå fornybare energikjelder. Kvar har ei kapasitetsgrense på \bar{z}_k . I motsetnad til produsentane av konvensjonell elektrisitet har desse ingen variable produksjonskostnader. Når produksjonsanlegget først er på plass kostar det ingenting å produsere.¹⁴ Det er berre kapasitetsgrensa som set ei grense for den totale produksjonen deira. Dei har to inntektskjelder: Engrospris frå salet av elektrisitet og inntekter frå salet av dei grønne sertifikatene som dei får ved levering av elektrisitet til nettet. Vi har då følgjande maksimeringsproblem:

¹⁴ Faste kostnader knytt til t.d. bygging av anlegg er i modellen nedbetalte for anlegg som alt eksisterer og vert derfor ikkje teke med når ein reknar ut produksjonskostnad per kWh elektrisitet produsert.

$$\text{Max } \Pi(z_k) = [q + s]z_k, \text{ gitt } z_k \leq \bar{z}_k \quad (3.7)$$

Optimal tilpassing vert:

$$z_k = \bar{z}_k, \quad \forall k, \text{ (gitt } [q + s] > 0) \quad (3.8)$$

Så lenge det ikkje er variable kostnader knytt til produksjonen ser vi av (3.8) at dei grønne produsentane maksimerer profitten ved å produsere maksimalt av kva som er mogleg. Produksjonen deira er ikkje stor nok til tilfredsstille den totale etterspurnaden. Vi får dermed ikkje ein situasjon der engrosprisen vert lik grensekostnaden deira som er null, noko som ville ha prisa dei konvensjonelle produsentane ut av marknaden. Ei vidare utbygging av den grønne sektoren oppstår dersom dei langsiktige inntektene er store nok til å dekke dei faste kostnadene F knytt til t.d. bygging av nye produksjonsanlegg, dvs $\sum_{t=1}^{\infty} \frac{\Pi(z_k)}{(1+i)^t} - F_k$, der i er neddiskonteringsrenta.¹⁵

3.2.1.3 Marknadene

Det er to marknader i modellen. Ein marknad for kjøp og sal av elektrisitet og ein for kjøp og sal av grønne sertifikat. Desse er tett knytt opp mot kvarandre. Grønne sertifikat vert "delte" ut til dei grønne produsentane på bakgrunn av mengda elektrisitet dei leverer til elmarknaden, mens storleiken på kjøp av grønne sertifikat er avhengig av elektrisitet kjøpt på elmarknaden.

Marknaden for elektrisitet

Total produksjon av grøn elektrisitet og andel pålagt konsum av grøn elektrisitet set ei grense for det totale elkonsumet. Gitt at $s \in (\underline{s}, \bar{s})$ vert dette $x = \bar{z} / \alpha$. Produsentane av grøn elektrisitet produserer \bar{z} mens dei konvensjonelle produsentane, både innanlandske og utanlandske, står for den resterande produksjonen: $x - \bar{z}$.

¹⁵ Store kostnader er knytt til ein vidare utbygging av sektoren. Desse må dekkjast inn gjennom elektrisitet-sertifikatprisar.

Marknaden for grønne sertifikater

Frå (3.2) veit vi at etterspurnaden etter grønne sertifikat er gitt som $g^d = \alpha x$. Tilbodet av grønne sertifikat er avhengig av prisnivået. Når $s \in (\underline{s}, \bar{s})$ er tilbodet identisk med produksjonen av grøn elektrisitet:

$$g^s = \begin{cases} (\bar{z}, \rightarrow), & s = \bar{s} \\ \bar{z}, & s \in (\underline{s}, \bar{s}) \\ (\leftarrow, \bar{z}), & s = \underline{s} \end{cases} \quad (3.9)$$

3.2.2 Kortsiktig likevekt

Den kortsiktige likevekta er illustrert i Fig. 1 og 2 for $s \in (\underline{s}, \bar{s})$, i Fig. 3 og 4 for $s = \bar{s}$ og $s = \underline{s}$.

Sluttbrukarmarknaden

$$\text{Likevektskvantum: } x(p^*) = y^* + \bar{z} + m^*, \text{ der } x^* = \sum_i x_i^*, y^* = \sum_j y_j^*, z^* = \sum_k z_k^* \quad (3.10)$$

$$\text{Likevektspris: } p^* = q^* + \alpha s^* \quad (3.11)$$

Produksjonsmarknaden

$$\text{Likevektskvantum: } x(q^*) = y(q^*) + \bar{z} + m^* \quad (3.12)$$

$$\text{Likevektspris: } q^* = q_m = c_y^*(y_j^*, \beta) \quad (3.13)$$

Sidan verdsmarknadsprisen på elektrisitet, q_m , er eksogent gitt, vil innanlands engrospris i likevekt vere lik denne når marknaden er open for handel med elektrisitet.

Marknaden for grønne sertifikater

$$g^s = \begin{cases} \alpha x(p^*), p^* = (q^* + \alpha \bar{s}) \text{ for } s^* = \bar{s} \\ \alpha x(p^*) = \bar{z}, p^* = (q^* + \alpha s^*) \text{ for } s^* \in (\underline{s}, \bar{s}) \\ \alpha x(p^*), p^* = (q^* + \alpha \underline{s}) \text{ for } s^* = \underline{s} \end{cases} \quad (3.14)$$

Når $s^* \in (\underline{s}, \bar{s})$ kan likevektsprisen på sertifikatene skrivast som:

$$s^* = \frac{p^*(\bar{z}/\alpha) - q^*}{\alpha} \quad (3.15)$$

Når $s^* = \bar{s}$ er det for få sertifikat til å møte etterspurnaden. Løysinga for konsumenten vert å betale staten ein sum lik maksprisen for å få løyve til å konsumere elektrisitet. Styresmaktene kan bruke denne inntekta til å gje etableringstilskot til nye, ikkje kommersielt modne produksjonsanlegg som på sikt har eit stort produksjonspotensiale dersom dei ikkje på kort sikt vert utkonkurrerte av allereie etablerte produsentar, eller bruke dei på forskning og utvikling. Når $s^* = \underline{s}$ er det eit overskotstilbod av grønne sertifikat og konsekvensen vert uselde sertifikat dersom ikkje ein tredje part, for eksempel styresmaktene, grip inn og kjøper desse til minstepris.

3.3 Komparativ analyse av sertifikatmarknaden

Som tidlegare nemnt er det foreslått at andelen grøn elektrisitet som konsumentane er pålagde å konsumere skal vere jamt stigande. Dette for å minske uvissa rundt den framtidige prisutviklinga for dei grønne sertifikatene, og for å nå dei politiske måla som er sett. Ein strammare politikk når det gjeld utslepp av miljøfarlege gassar kan også påverke produksjon av elektrisitet dersom ein forpliktar seg til å redusere utsleppa endå meir enn tidlegare. Det vil seie færre utsleppskvotar og dyrare produksjon for dei konvensjonelle produsentane. I dette avsnittet skal eg sjå korleis endringar i dei eksogene variablane påverkar likevekta med omsyn på produksjon, prisar og konsument- og produsentoverskot. Eg tek utgangspunkt i likevektssituasjonen frå 3.2.2 og ser korleis marknadene vert påverka ved marginale endringar i dei eksogene variablane α , β , \bar{z} og q_m . Eg deler analysen i to, først ser eg på tilfellet der det ikkje går føre seg internasjonal handel med elektrisitet mens i andre del er modellen open for handel med elektrisitet mellom land. Eg ser berre på tilfellet der $s \in (\underline{s}, \bar{s})$. For $s = \underline{s}$ og $s = \bar{s}$ viser eg til vedlegg 1.

3.3.1 Lukka økonomi

I ein lukka økonomi vil ikkje lenger verdsmarknadsprisen på elektrisitet bestemme den innanlandske engrosprisen, denne vert no bestemt saman med ei rekkje andre endogene

variablar i modellen. Likevekta for $s \in (\underline{s}, \bar{s})$ i ein lukka sertifikamarknad, jf. Fig. 1, er gitt ved:

$$\begin{aligned} p(x^*) &= q^* + \alpha s^* \\ q^* &= c'(y^*, \beta) \\ x &= \frac{\bar{z}}{\alpha} \end{aligned} \tag{3.16}$$

Resultata ved komparativ analyse, det vil seie korleis endringar i dei eksogene variablane påverkar dei endogene, er gitt i tabell 3. Ei grafisk framstilling er å finne i vedlegg 1.

Tabell 3. Komparativ analyse i ein modell lukka for handel med sertifikat

	x	y	p	q	r	s	$\Pi(z)$	$\Pi(y)$	KO ¹⁶
α	-	-	+	-	-	?	?	-	-
β	0	0	0	+	+	-	-	+ ¹⁷	0
z	+	+ ¹⁸	-	+	+	-	?	+	+

Eit par av resultata er verdt ein kommentar:

Auka pålagt konsum av grøn elektrisitet

Ein skulle tru at ein auke i pålagt konsum av grøn elektrisitet ville resultere i høgare sertifikatpris og profitt til dei grønne produsentane. Frå tabell 3 ser vi at det ikkje alltid er tilfelle. Verknaden av ein auke i α på s og $\Pi(z)$ er usikker og avheng av forholdet mellom $[p - q]$ og α , jmf likning (3.15) og (3.7). Er auken i $[p - q]$ større enn auken i α , aukar sertifikatprisen. Profitten aukar når den positive endringa i sertifikatprisen er større enn reduksjonen i engrosprisen.

¹⁶KO = konsumentoverskot

¹⁷ I vedlegg 2 har eg vist at dette gjeld så lenge $s \in (\underline{s}, \bar{s})$

¹⁸ Så lenge $s \in (\underline{s}, \bar{s})$ vil den totale produksjonen auke meir enn produksjonen i z fordi $z/\alpha > z$, dermed får vi også ein auke i y.

Differansen mellom endringane i p og q vert bestemt ut frå kor følsame dei inverse tilbods- og etterspurnadsfunksjonane er overfor kvantumsendring. Jo meir elastiske inverse tilbods- og etterspurnadselastisitetar; $\frac{1}{\varepsilon}$ og $\frac{1}{\eta}$, jo større vert denne differansen. I vedlegg 3 har eg kjørt ei komparativ analyse på fiktive funksjonar i Excel for å vise at det er elastisitetane til dei inverse funksjonane som er avgjerande for forteiknet på endringa i s og $\Pi(z)$.

Strammare miljøpolitikk

Stikk i strid med forventningane, fører ein strammare miljøpolitikk frå styresmaktene si side i form av færre CO_2 -kvotar, til meir profitt til dei konvensjonelle produsentane og mindre til dei grønne. Strengare miljøkrav vil i modellen seie ein auke i β . Totalt konsum og total produksjon er uforandra som følgje av at det lovlege elkonsumet, $\bar{z}/\alpha = x$, er uforandra. Dermed endrar heller ikkje marknadsprisen seg. Engrosprisen aukar derimot på grunn av høgare marginale produksjonskostnader for dei konvensjonelle produsentane, $c'_\beta > 0$, enten på grunn av substitusjon mot reinare men dyrare teknologiar, eller på grunn av kjøp av fleire og dyrare CO_2 -kvotar. Dette resulterer i lågare sertifikatpris sidan denne er gitt som ein vekta differanse mellom marknadspris og engrospris.jf. (3.15).

I denne situasjonen er produsentane av grøn elektrisitet konfronterte med ein høgare engrospris men redusert pris på sertifikata, noko som gir motsette effektar på profitten deira. Nettoeffekten er derimot negativ. Kvar eining elektrisitet gir ei inntekt på $[q^* + s^*]$ for dei grønne produsentane. Ved å substituere inn for s^* frå (3.15) i $[q^* + s^*]$ får eg følgjande uttrykk for inntekt per eining grøn elektrisitet:

$$q^* + s^* = \frac{p(\bar{z}/\alpha) - (1 - \alpha)q^*}{\alpha} \quad (3.17)$$

Ein auka i q fører til ein reduksjon i verdien $[q + s]$ så lenge $\alpha < 1$. Ein kan sjå det slik at ein auke på 1 kr i engrospris gir ein reduksjon på $1/\alpha$ kr i sertifikatprisen; $1 - (1/\alpha) < 0$.

Kort sagt resulterer ein strammare miljøpolitikk i lågare utslepp av CO_2 på grunn av færre utsleppskvotar men i forflytting av produsentoverskot frå dei grønne produsentane til dei konvensjonelle.

Auka produksjon av elektrisitet frå fornybare energikjelder

Eit vindrikt år kan føre til ein større produksjon av grøn elektrisitet enn det som er vanleg, det vil i modellen seie ein auke i \bar{z} . Denne auken resulterer i at det totale lovlege elkonsument aukar; $x = \frac{\bar{z}}{\alpha}$. Dermed blir det også meir produksjon av konvensjonell elektrisitet fordi den auka produksjonen av grøn elektrisitet ikkje kan tilfredsstille heile auken i etterspurnaden. Konsumentprisen går ned. Engrosprisen aukar som eit resultat av høgare marginale kostnader for dei konvensjonelle produsentane ved større produksjon. Prisen på dei grønne sertifikatene minkar. Konsumentoverskotet og produsentoverskotet til dei konvensjonelle aktørane aukar, mens nettoeffekten på produsentoverskotet til dei grønne produsentane er usikker. Høgare engrospris og større mengd grøn elektrisitet trekkjer i retning av større profitt, mens lågare pris på sertifikatene verkar negativt på overskotet. Konsekvensen av auka produksjon av grøn elektrisitet kan altså verke negativt på profitten til dei grønne produsentane. Også her er det dei inverse tilbuds- og etterspurnadselastisitetane som er avgjerande for utfallet. I motsetning til tilfellet ved ein auke i α der ønsket var ein stor differanse mellom endringane i p og q for å sikre ein auke i sertifikatprisen, ønskjer ein no ein liten differanse mellom endringane i p og q for å hindre ein stor reduksjon i sertifikatprisen, altså lite elastiske inverse tilbuds- og etterspurnadsfunksjonar.

3.3.2 Open økonomi

I denne delen opnar eg for internasjonal handel med elektrisitet. Prisnivået avgjer om det vert import eller eksport av elektrisitet: Import dersom verdsmarknadsprisen på elektrisitet er lågare enn den innanlandske engrosprisen og eksport ved høgare pris. Den innanlandske engrosprisen vert i likevekt, ved handel, bestemt ut frå den eksogene verdsmarknadsprisen: $q^* = q_m$. Marknaden for grønne sertifikat er lukka. Dei grønne produsentane får framleis sertifikat for all elektrisiteten dei leverer til nettet sjølv om denne vert eksportert. Dei utanlandske produsentar får derimot ikkje tildelte grønne sertifikat sjølv om det er grøn elektrisitet som vert importert.

Likevekta for $s \in (\underline{s}, \bar{s})$, jmf Fig. 2, er gitt ved:

$$\begin{aligned}
p(x^*) &= q^* + \alpha s^* \\
q^* = q_m &= c'(y^*, \beta) \\
x &= \frac{\bar{z}}{\alpha}
\end{aligned}
\tag{3.18}$$

Resultata ved komparativ analyse i ein marknad der elektrisitet vert importert er gitt i tabell 4.

Tabell 4. Komparativ analyse i ein modell open for handel med sertifikat

	x	y	p	m	q	r	s	$\Pi(z)$	$\Pi(y)$	KO
α	-	0	+	-	0	0	?	?	0	-
β	0	-	0	+	0	+	0	0	-	0
z	+	0	-	+ ¹⁹	0	0	-	?	0	+
q_m	0	+	0	-	+	+	-	-	+	0

Framleis er det usikkert kva verknad ein auke i α har på s og $\Pi(z)$. Sidan den inverse tilbudsfunksjonen er totalt uelastisk, må den inverse etterspørselsfunksjonen vere desto meir elastisk, samanlikna med resultatet i ein lukka økonomi, for at endringane i s og $\Pi(z)$ skal vere positive. Vidare kan ein legge merke til at den negative effekten strammare miljøpolitikk har på dei grønne produsentane, forsvinn når ein opnar for handel med elektrisitet. Ein strammare nasjonal miljøpolitikk påverkar ikkje profitten til dei grønne produsentane i det heile fordi engros- og konsumentpris begge er upåverka. Dei innanlandske produsentane av konvensjonell elektrisitet får auka kostnader som dei ikkje kan dekke gjennom høgare engrospris og må dermed redusere produksjonen. Ein reduksjon i CO_2 -utsleppa innanlands kan føre til ein auke i utsleppa i landa vi handlar med dersom auken i importen kjem frå konvensjonelle energikjelder. Som i ein lukka marknad er totalverknaden på profitten til dei grønne produsentane usikker ved auka produksjonskapasitet. Sertifikatprisen fell, men ikkje så mykje som i ein lukka marknad, fordi engrosprisen ikkje aukar. Igjen er det den inverse etterspurnadselastisiteten som er avgjerande, men den inverse etterspurnadsfunksjonen kan

¹⁹ Same som ved fotnote 17, men no er det den importerte mengda av konvensjonell elektrisitet som aukar fordi den innanlandske produksjonen er uforandra p.g.a. uendra engrospris.

vere meir elastisk enn i ein lukka marknad og likevel å få ein auke i $\Pi(z)$ p.g.a. den totalt uelastiske inverse tilbodsfunksjonen.

Auka importpris

Ein auke i importprisen fører til ein auke i innanlands engrospris og dermed til mindre import, men den innanlandske produksjonen av konvensjonell elektrisitet aukar tilsvarande. Det totale konsumet er uforandra slik at heller ingenting skjer med konsumentprisen. Auken i engrospris fører som tidlegare vist til ein reduksjon i sertifikatpris som er større enn auken i engrospris når likevektsprisen er uforandra. Overskotet flyttar seg frå dei grønne til dei konvensjonelle produsentane.

3.4 Oppsummering

Eg byrja kapitlet med å gjere greie for dei fordelane og ulempene ein forventar at ein sertifikatmarknad vil ha samanlikna med andre finansieringssystem nytta for å fremje produksjon av elektrisitet frå fornybare energikjelder. Deretter utleidde eg ein modell for den grønne sertifikatmarknaden og nytta denne til å sjå korleis marknaden vil fungere under ulike marknadsforhold. Når vi samanliknar målsetjingane og intensjonane bak sertifikatmarknaden og resultatata funne under komparativ analyse av modellen ser vi at desse ikkje alltid stemmer overeins.

Mens målet bak ein realistisk, jamt stigande etterspurnad etter grøn elektrisitet gjennom høgare pålagt andel konsum av grøn elektrisitet, er å motivere til utbygging av den grønne elsektoren kan modellen gje det motsette resultat. Avhengige av kor følsame tilbods- og etterspurnadsfunksjonane er overfor kvantumsendingar, kan ein auke i α resultere i ein reduksjon i produsentoverskotet til dei grønne produsentane. Det same er tilfellet ved auka produksjonskapasitet i den grønne sektoren. Denne problemstillinga forsvinn ikkje når ein opnar for handel med elektrisitet. Det paradoksale resultatet kan verte negativ samanheng mellom auke i α og utbygging.

Dei grønne elprodusentane har ingenting å vinne ved at sertifikatmarknaden vert kombinert med CO_2 -kvotar. Kvotane fører til ein høgare engrospris enn tilfellet ville vore utan desse. Auken i engrospris skjer på kostnad av sertifikatprisen. Når $s \in (\underline{s}, \bar{s})$ vil dei grønne produsentane i ein lukka marknad ubetinga tape på ei kvoteregulering for CO_2 -utslepp, i form

av lågare profitt. Vinnarane er dei konvensjonelle produsentane. Færre CO_2 -kvotar inneber mindre utslepp av CO_2 , men hindrar utbygging av den grøne elsektoren. Ein utbygging som på sikt kunne ført til at store deler av dagens produksjon av konvensjonell elektrisitet vart erstatta av grøn elektrisitet og dermed ein større reduksjon i utsleppa enn ei kvoteregulering kan resultere i.

Den negative effekten færre CO_2 -kvotar innanlands har på dei grøne produsentane forsvinn når ein opnar for handel med elektrisitet, men kan medføre til ei forflytting av CO_2 -utslepp frå heimlandet til handelslandet. Dersom handelslanda også opererer med CO_2 -kvotar vil ein internasjonal avtale om reduksjon i CO_2 -utsleppa føre til høgare verdsmarknadspris på elektrisitet på kostnad av den innanlandske sertifikatprisen, og vi får same situasjon som utan handel med elektrisitet.

Desse negative effektane på profitten til dei grøne produsentane p.g.a. lågare sertifikatpris kan føre til at sertifikat vert haldne tilbake frå marknaden for å presse prisen opp, eit tema eg skal sjå nærare på i kapittel 5. I neste kapittel skal eg sjå om nokre av desse uønska effektane forsvinn når ein opnar marknaden for handel med sertifikat i tillegg til elektrisitet.

3.5 Illustrasjon av likevektene i sertifikatmarknaden

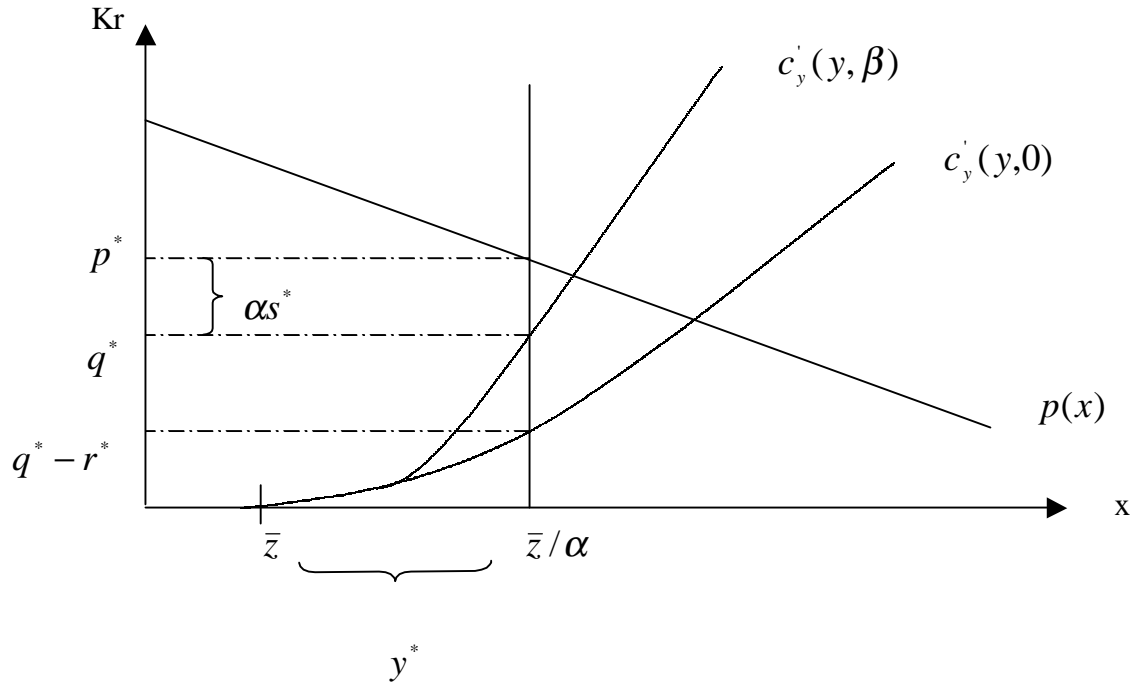


Fig.1 Kortsiktig likevekt for ein lukka marknad når $s \in (\underline{s}, \bar{s})$

I likevekt i ein lukka marknad vert det produsert $x^* = \bar{z}/\alpha$. Engrospris i likevekt, q^* , finn vi der tilbodskurva $c'_y(y, \beta)$ krysser linja gjennom \bar{z}/α mens totalpris i likevekt p^* , finn vi der etterspurnadskurva $p(x)$ krysser denne linja. Sertifikatprisen i likevekt er gitt ved differansen mellom p^* og q^* dividert med storleiken på pålagd konsum av grøn el α .

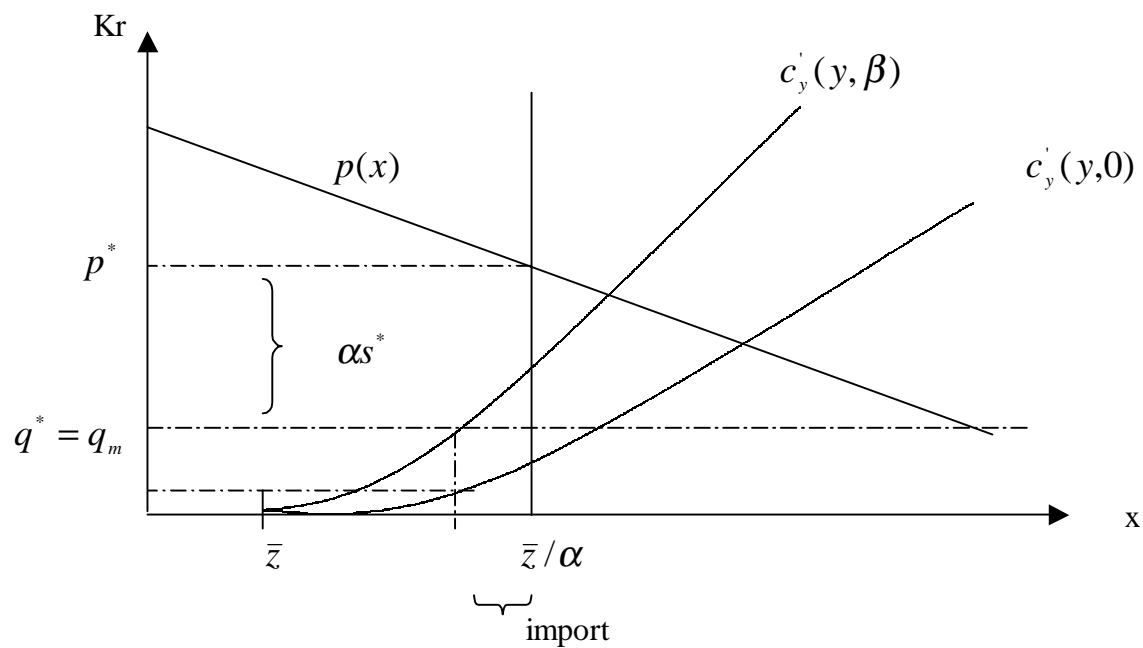


Fig.2 Kortsiktig likevekt for ein open økonomi når $s \in (\underline{s}, \bar{s})$

Ved handel med elektrisitet til ein lågare engrospris enn den innanlandske utan handel ser vi at totalkonsumet vert større mens totalprisen vert lågare samanlikna med resultatata frå den lukka økonomien.

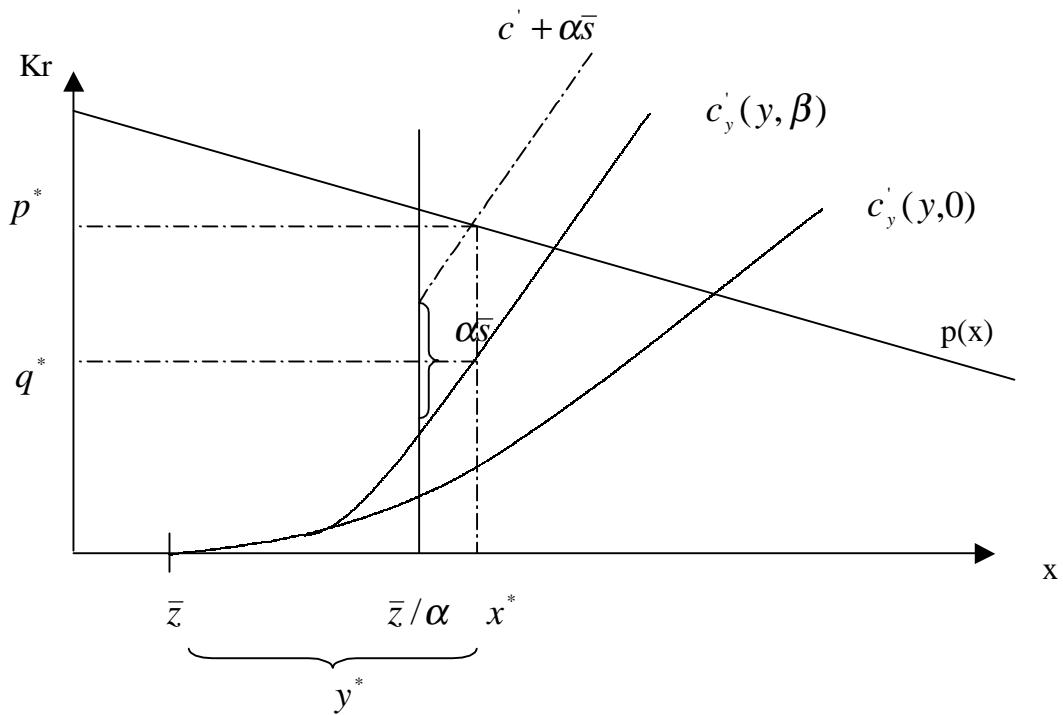


Fig.3 Likevekt for ein lukka marknad når $s = \bar{s}$

Prisen på sertifikata kan ikkje overstige maksimumsprisen \bar{s} sett av styresmaktene. Frå figuren ser vi at produksjonen aukar samanlikna med kva som hadde vore tilfellet dersom det ikkje hadde vore prisregulering på sertifikata: $x^* > \bar{z}/\alpha$. Engrosprisen aukar også mens totalprisen vert redusert samanlikna med tilfellet utan prisregulering.

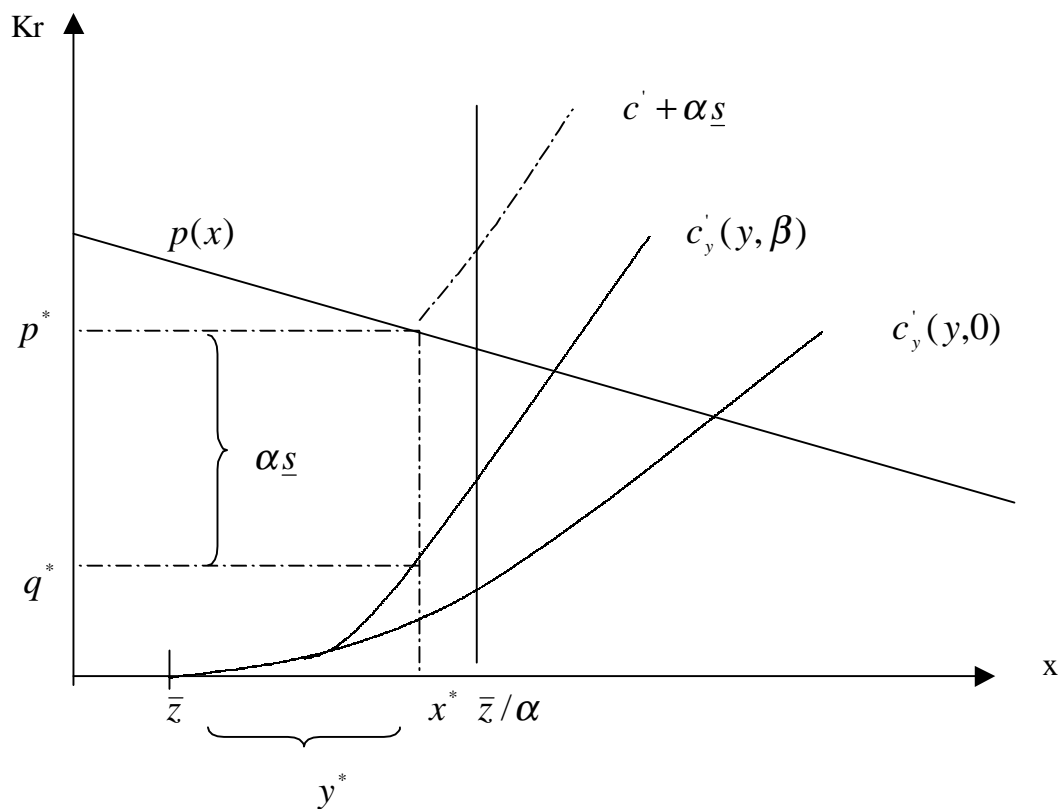


Fig.4 Likevekt i ein lukka marknad når $s = \underline{s}$

Når marknadsprisen på sertifikata er lågare enn \underline{s} vert han sett lik \underline{s} . Dette medfører ein lågare totalproduksjon og engrospris men høgare totalpris enn tilfellet ville vore utan prisregulering.

4 Handel med grønne sertifikat

Det er på sikt meininga å gjere sertifikatmarknaden internasjonal. Gjennom auka samhandel håpar ein å utnytte det miljøvenlege produksjonspotensialet best mogleg. I dette kapitlet vil eg ved hjelp av modellverktøyet frå kapittel 3 sjå korleis sertifikatmarknaden fungerer når ein opnar for handel med grønne sertifikat mellom land. Eg startar med å gje ei oversikt over dei fordelar og ulemper ein trur internasjonal handel vil medføre. Diskusjonen vert basert på teori fordi ein fullverdig nasjonal marknad ennå ikkje eksisterer, for ikkje å snakke om ein internasjonal marknad. Det finst dermed ikkje fakta og erfaringar frå denne konkrete typen marknad. I 4.2 og 4.3 nyttar eg modellen for å sjå korleis aktørane endrar tilpassing når ein opnar for handel med grønne sertifikat, og elektrisitet og grønne sertifikat simultant. Det store spørsmålet er korleis denne marknaden vil fungere samanlikna med ein lukka sertifikatmarknad. Resultata vert derfor samanlikna med resultata frå kapittel 3.

4.1 Fordelar og ulemper ved handel av grønne sertifikat

Det finst ein enorm potensiell marknad for fornybare energiprojekt i Europa. Samtidig er ikkje alle land eigna til produksjon av grøn elektrisitet til ein overkomeleg pris, men dei er likevel viljuge til å støtte den miljøvenlege elektrisitetsproduksjonen. Handel med grønne sertifikat har den fordelan at ein skil mellom produksjon av elektrisitet og dei miljømessige fordelane ved den grønne elproduksjonen. Dersom ein internasjonal sertifikatmarknad vert organisert slik at sertifikata kan handlast med som finansielle verdipapir på tvers av grensene, ein rein finansiell marknad, fjerner ein mange av dei potensielle flaskehalsane ved internasjonal handel, fordi den fornybare energien ikkje treng å verte transportert over lange distansar.

Grønne sertifikat representerer den miljøvenlege fordelan ved produksjon av elektrisitet frå fornybare energikjelder uavhengig av kor produksjonen føregår. Det opnar for realisering av dei mest kostnadseffektive prosjekta i dei deltakande landa, fordi prosjekta kan verte gjennomførte på dei beste stadene når det gjeld produksjonsresultat og kostnader. Det vil seie at utnytting av komparative fordelar ved internasjonal handel med grønne sertifikat inneber at utbygginga av grønne anlegg skjer i dei landa som kan produsere billegast. Dei billegaste produksjonsstadene er dei som byr på ein kombinasjon av rikelege og lett tilgjengelege

fornybare energiresursar og høg elpris. Ein fysisk avstand mellom produsent og konsument av sertifikat er inga hindring.

På sikt er det av omsyn til likviditeten i marknaden, og dermed kostnadseffektiviteten, viktig å gjere marknaden for grønne sertifikat internasjonal. Det vil gjere marknaden større, noko som forhåpentlegvis vil gje ein større grad av prisstabilitet. Ein annan fordel med handel med sertifikat er at det kan redusere/hindre problemet knytt til ein sertifikatmarknad med få eller berre ein tilbyder av grønne sertifikat.²⁰

Ein internasjonal sertifikatmarknad krev eit visst sett med felles reglar, men retningslinjene bør vere såpass vide at kvart land står forholdsvis fritt til å definere sine egne ”spelereglar”. For det første må ein ha ein felles standard for kva som kjem inn under definisjonen grøn elektrisitet. I nokre land inngår avfall, i andre land ikkje. Vidare er store vasskraftverk i mange land svært rentable og dermed planlagt ekskludert frå systemet med grønne sertifikat. Ei løysing er å skrive ut to typar sertifikat: Internasjonale sertifikat for elektrisitet produsert frå dei energikjeldene som inngår i den felles internasjonale definisjonen av grøn elektrisitet, og sertifikat som er særigne for det enkelte landet på bakgrunn av ein vidare definisjon. Dei sistnemnde kan ein berre handle innanlands med.

Det er viktig at sertifikat frå produsentar som mottar direkte støtte frå styresmaktene ikkje inngår i den internasjonale sertifikatmarknaden. Derfor må støtteordningane i kvart enkelt land vere transparente, og opplysningar om dei allment tilgjengeleg. Dersom så ikkje er tilfelle vil konkurransen vere bestemt av støtta i staden for av kostnadseffektiviteten. Gunstige skattereglar er ei typisk støtteform som er vanskeleg å oppdage mens anleggsstøtte og faste elprisar vil vere meir einsarta og gjennomsiklige.

Alle land som tek del i handelen må ha eit nasjonalt krav om bindande kvotar. Vidare må ein ha ein felles minstenemnar for nasjonale kvotar, sanksjonar og storleiken på bøtene ved manglande minstekjøp og nedtrapping av overgangs- og innkjøringsreglar. Det bør også vere felles reglar for godkjenning av grønne produsentar, registrering, handel og kontroll med grønne sertifikat og offentleg tilgang til opplysningar om faktiske handelsprisar.

²⁰ Jf. kap 5.

Ein felles standard for tildeling av serienummer til sertifikata kan bidra til eit gjennomsiiktig system av typen skissert ovanfor. Serienumra kan eventuelt opplyse om blant anna dato og tilskot per kWh. Eit viktig moment er at dei institusjonane som skriv ut sertifikata i det enkelte landet har respekt og truverd utover landegrensene.

Fleire land i EU gjennomfører på friviljug basis eit pilotprosjekt som har som mål å få avklart korleis internasjonal handel med grønne sertifikat kan fungere i praksis. Dette dreier seg om elselskap frå Holland, Danmark, Tyskland, England, Belgia og Italia. Pilotprosjektet vil forhåpentlegvis avklare korleis ein internasjonal marknad kan etablerast sjølv om landa har ulike oppfatningar om korleis dei nasjonale marknadene skal fungere. I Belgia vil dei grønne sertifikata berre ha ei levetid på 2 år og ein går ut frå at regjeringa vil verne den spede grønne sektoren i startfasen (berre 0.4% av elforbruket vert dekkja av grøn elektrisitet). I Italia har sertifikata ei levetid på 8 år og vil mest sannsynleg verte selt saman med den fysiske straumen. Den italienske kvoten på 2% grøn elektrisitet i 2002 gjeld berre for anlegg etablert etter april 1999. Også i Holland gjeld kvoten berre for nye anlegg.

Det er føremålstenleg at dei komande nasjonale reglane om sertifisering av grøn elektrisitet tek omsyn til at dei er oppfylte i samsvar med det felles internasjonale regelsettet. Det er viktig at ein i utarbeidinga av nasjonale kvotesystem organiserer det slik at det er mogleg å skilje dei ulike teknologiane frå kvarandre. Samtidig bør det vere ein garanti for at nasjonale kvotar vert oppfylte ved ein reell vekst i den samla produksjonen av grøn elektrisitet. Utanlandske sertifikat bør kunne nyttast til kvoteoppfylling dersom dei representerer ein grøn elproduksjon som ikkje ville ha funne stad utan samhandel. Når eller dersom utanlandske produsentar av elektrisitet frå fornybare energikjelder får høve til å tre inn på den nasjonale sertifikatmarknaden, vil dette påverke likviditeten i marknaden. I eit perspektiv der utanlandske produsentar vert godkjende og får rett til å skrive ut sertifikat, vil utviklinga skjerpast mot optimal marknadsbasert prisdanning. Kvoteplikt for innanlandske forbrukarar utan tilsvarande plikt for utanlandske forbrukarar skapar implisitt asymmetri, men marknadstilgang på sertifikat, skrivne ut på grunnlag av fysisk produksjon i utlandet, vil auke tilbodet av grønne sertifikat på den nasjonale marknaden og dermed bidra til at prisen på dei grønne sertifikata fell.

Tilgangen på utanlandske sertifikat vil gjere det lettare for kvart enkelt land å nå dei nasjonale måla. I for eksempel Danmark er målet at 20% av det danske elforbruket skal kome frå grøn

elektrisitet i år 2003. Men målet med "Lov om elforsyning" er å stimulere den innanlandske produksjonen av grøn elektrisitet. Tilgang til utanlandske sertifikat vil utvilsamt ikkje gje denne effekten. Dersom utanlandske grønne teknologiar viser seg å vere konkurransedyktige vil investeringar i dansk grøn elutbygging få negative incitament. Så lenge det ikkje vert etablert eit internasjonalt system for handel med grønne sertifikat vil tilgjenge for utanlandske grønne produsentar verke forstyrrende i forhold til måla i "Lov om elforsyning".

I Holland der den politiske målsetjinga er å auke produksjonen av grøn elektrisitet frå 2 til 10% i år 2020, har eit distribusjonsselskap friviljug etablert ei ordning som skal auke andelen grøn elektrisitet til meir enn 3 prosent for deira elsal i år 2000. Det er laga ein sertifikatmodell der produsentar av elektrisitet frå fornybare energikjelder får tildelt grønne sertifikat. For ikkje å kome i strid med konkurranselovgevinga er utanlandske produsentar av grøn elektrisitet ikkje utelukka, men kriteria for å få tildelt sertifikat er utforma slik at det i praksis er svært vanskeleg for utanlandske produsentar å få tildelt sertifikat.

Det danske systemet for å handle med grønne sertifikat vert eit pilotprosjekt innan EU. Det er opplyst frå Energistyrelsen at EU-kommisjonen ikkje er interessert i å hindre at det danske pilotprosjektet oppnår måla sine, uansett om reglar i konkurranselovgevinga vert brotne.

4.2 Handel med sertifikat

I dette kapitlet skal eg, ved hjelp av modellen frå kapittel 3, sjå korleis aktørane i sertifikatmarknaden tilpassar seg når det vert opna for handel med sertifikat til ein gitt verdsmarknadspris s_m . Storleiken på denne avgjer om det vert import eller eksport av sertifikat. Det vert import når prisen på verdsmarknaden er lågare enn prisen på sertifikata produsert innanlands, $s > s_m$, eksport når det motsette er tilfelle, $s < s_m$. Heimlandet opererer med minimums- og maksimumsprisar. Dersom dette er særeige for heimlandet må det takast omsyn til i analysen. Det vil seie at import ikkje kan gå føre seg til ein lågare pris enn \underline{s} . Vert derimot prisen på sertifikata høgare enn \bar{s} kan dei innanlandske konsumentane betale denne prisen til staten framfor å konsumere dyre sertifikat. Dei grønne produsentane vil då eksportere alle sine sertifikat.

I analysen ser eg berre på eitt land, ikkje på samspelet mellom dei. I tillegg går eg ut frå at produksjonen av grøn elektrisitet innanlands er liten samanlikna med den totale

verdsproduksjonen, slik at heimlandet ikkje kan påverke verdsmarknadsprisen på sertifikat. Vidare ser eg bort frå at definisjonen av grøn elektrisitet kan variere frå land til land. Landa har blitt einige om ein felles standard. Det vil seie at alle innanlandsk produserte sertifikat kan seljast på den internasjonale sertifikatmarknaden og motsett. Sjølve elmarknaden er lukka, det vil seie at ein ikkje kan importere eller eksportere elektrisitet. I 4.2.1 – 4.2.2 ser eg på tilpassing ved handel med sertifikat både med ein verdsmarknadspris som ligg lågare enn den innanlandske prisen og høgare. I den komparative analysen i 4.2.3 ser eg berre på tilfellet der $s > s_m$.

4.2.1 Tilpassing under handel med sertifikat

Likevekta er gitt ved:

1) For $s > s_m$

$$p^* = q^* + \alpha s^*$$

$$s^* = s_m$$

$$q^* = c'(y^*, \beta)$$

$$x > \frac{\bar{z}}{\alpha}$$

2) $s < s_m$

$$p^* = q^* + \alpha s^*$$

$$s^* = s_m$$

$$q^* = c'(y^*, \beta)$$

$$x < \frac{\bar{z}}{\alpha}$$

4.2.2 Økonomiske gevinstar ved handel med sertifikat

Dei økonomiske gevinstane for dei innanlandske aktørane ved opning for handel med sertifikat er avhengige av verdsmarknadsprisen på sertifikata. I a) – c) gir eg ein oversikt over dei økonomiske gevinstane ved handel med sertifikat for tilfella $s_m \in (s, \bar{s})$, $s_m \geq s$ og $s_m \leq s$.

a) $s_m \in (s, \bar{s})$

	x	y	p	q	r	s	$\Pi(z)$	$\Pi(y)$	KO
$s > s_m$	+	+	-	+	+	-	-	+	+
$s < s_m$	-	-	+	-	-	+	+	-	-

Produsentane av elektrisitet frå fornybare energikjelder taper på ei opning av sertifikatmarknaden når verdsmarknadsprisen på sertifikata er lågare enn heimeprisen. Dei konvensjonelle produsentane er vinnarane i form av høgare produksjon og engrospris. Ved $s_m < s$ vert resultatet det motsette.

b) $s_m \geq \bar{s}$

Prisen på sertifikata utan handel er lik maksimumspris. Dersom verdsmarknadsprisen er høgare enn maksimumsprisen vil dei innanlandske grøne produsentane ved handel selje sine sertifikat til utlandet mens dei innanlandske konsumentane vil "kjøpe sertifikat" frå staten ved å betale ei avgift lik maksimumsprisen. Det er berre dei grøne produsentane som oppnår gevinst ved opning av den grøne marknaden i dette tilfellet. Dersom verdsmarknadsprisen ligg under maksimumsprisen, vert den innanlandske prisen pressa ned når ein opnar for handel, og resultatet vert som i a) for $s_m < s$.

c) $s_m \leq \underline{s}$

Pris på innanlandske sertifikat utan handel er lik minstepris. Er verdsmarknadsprisen lik denne eller lågare vil dei innanlandske konsumentane ikkje selje sertifikata sine på den opne marknaden. Dei lar heller staten kjøpe sertifikata for minstepris. Konsumentane kan ikkje kjøpe sertifikat til ein pris lågare enn minsteprisen. Ingen av aktørane har noko å vinne ved opning av sertifikatmarknaden fordi prisen ikkje kan pressast under minimumsprisen. Er verdsmarknadsprisen høgare enn den innanlandske minsteprisen vert prisen pressa oppover ved ei opning. Då vert resultatet auka sertifikatpris og profitt til dei grøne produsentane, men reduksjon i overskotet til dei andre aktørane, som i a) for $s_m > s$.

4.2.3 Komparativ analyse

Kva skjer med likevekta ved endringar i dei eksogene variablane? I tillegg til α, β og z er også sertifikatprisen eksogent gitt ved handel med sertifikat. Eg ser berre på tilfellet der

sertifikatprisen ligg innanfor ekstremverdiene både før og etter endring i variablane; $s \in (\underline{s}, \bar{s})$ og $s_m < s$. Resultata vert samanlikna med dei eg fann i kapittel 3.3. Handel med grønne sertifikat vert uttrykt gjennom variabelen n der $n = \text{import (+) eller eksport (-) av grønne sertifikat}$.

Tabell 5. Komparativ analyse i ein open sertifikatmarknad

	x	y	p	q	r	s	n	$\Pi(z)$	$\Pi(y)$	KO
α	-	-	+	-	-	0	?	-	-	-
β	-	-	+	+	+	0	-	+	?	-
z	+	-	-	-	-	0	-	?	-	+
s_m	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-

Kommentarar til resultata:

Auka krav om kjøp av grøn elektrisitet

I motsetnad til i ein marknad utan handel med sertifikat vil dei grønne produsentane i denne marknadssituasjonen eine og åleine tape på ein auke i α . Auken fører til ein nedgang i totalkonsum og engrospris, sistnemnde på grunn av mindre produksjon av konvensjonell elektrisitet. I ein lukka marknad kunne tapet p.g.a. av ein lågare engrospris i nokre tilfelle verte kompensert gjennom ein høgare sertifikatpris. Dette er uråd når sertifikatprisen må tilpasse seg den internasjonale prisen. Korleis importen av sertifikat vert påverka er usikkert. På den eine sida vert elkonsumet redusert, noko som trekkjer i retning av eit mindre konsum av sertifikat. På den andre sida vil ein auke i α føre til ein auka etterspurnad etter sertifikat per eining elektrisitet konsumert. Den totale effekten er såleis uviss.

Strammare miljøpolitikk

Ved ein gitt sertifikatpris kan ikkje dei konvensjonelle produsentane produsere det same som før endringa i β og dekke dei høgare kostnadene gjennom ein auke i engrospris på kostnad av sertifikatprisen, slik dei kunne under ein lukka marknad. Dei blir tvungne til å redusere produksjonen sin, men til gjengjeld får dei ein høgare pris for dei produserte einingane.

Verknaden på profitten er usikker. Dei grønne produsentane er vinnarane; uendra produksjon og sertifikatpris, og ein høgare engrospris.

Når ein opnar for handel med sertifikat får miljøpolitikken den ønska effekten: Strengare regulering på utslepp av miljøfarlege gassar resulterer i mindre utslepp, mindre produksjon av konvensjonell elektrisitet, og større profitt til dei grønne produsentane. Utfallet for dei konvensjonelle produsentane er usikkert, men dei tapar på reguleringa samanlikna med resultatet funne under ein lukka sertifikat- og elmarknad i kapittel 3.

Auka produksjon av grøn elektrisitet

I ein lukka marknad slo ein auke i produksjonskapasiteten til dei grønne produsentane positivt ut også for dei konvensjonelle produsentane når sertifikatprisen heldt seg innanfor prisrammene. Dette fordi det førte til auka produksjon også for desse. Dei grønne produsentane kunne derimot tape på ein slik situasjon, fordi totalprisen vart redusert mens engrosprisen auka på kostnad av sertifikatprisen. I den opne sertifikatmarknaden er dei konvensjonelle produsentane taparane, med redusert profitt på grunn av lågare produksjon og engrospris. Verknaden på profitten til dei grønne produsentane er usikker: Høgare produksjon, uendra sertifikatpris, men lågare engrospris, trekker i ulike retningar.

Det er den inverse etterspurnadsfunksjonen som er avgjerande for resultatet. Jo mindre den totale prisendringa er, jo mindre er endringa i engrospris. Er den totale effekten positiv har dei grønne produsentane ingenting å tene på å halde sertifikat tilbake. Dei har ingenting å vinne ved marknadsmakt, noko eg kjem nærmare inn på i kap. 5. Importen av sertifikat går ned fordi den innanlandske produksjonen av sertifikat aukar meir enn etterspurnaden (fordi $\Delta \bar{z} > \Delta x$).

Auka internasjonal pris på sertifikata

Auka verdsmarknadspris slår positivt ut for dei innanlandske grønne produsentane, mens produsentane av elektrisitet frå ikkje-fornybare energikjelder taper på grunn av lågare produksjon og engrospris. Konsumentar tapar på det i form av lågare konsum til ein høgare pris.

4.3 Handel med elektrisitet og grønne sertifikat

I denne delen vert begge marknadene opna for handel. Det vil seie handel både med elektrisitet og sertifikat til verdsmarknadsprisar lik q_m og s_m . Eg går framleis ut frå at den innanlandske produksjonen av både konvensjonell og grøn elektrisitet er liten samanlikna med den totale verdsproduksjonen, slik at ein ikkje kan påverke prisane på verdsmarknaden. Eg ser berre på eitt land og ikkje på samspelet mellom for eksempel to land.

Her er mange moglege situasjonar: Import av elektrisitet og sertifikat, import av den eine vara og eksport av den andre eller eksport av begge. Prisane i innlandet før handel og prisane på verdsmarknaden avgjer kva situasjon ein får. Dei økonomiske gevinstane ved handel er avhengig av prisane før og etter opning av marknadene. I tabell 6 gir eg ein oversikt over dei økonomiske gevinstane ved handel gitt at prisen på sertifikata ligg innanfor prisrammene: $s \in (\underline{s}, \bar{s})$. Ein grafisk illustrasjon er gitt i 4.5.

Tabell 6. Økonomiske gevinstar ved handel med elektrisitet og sertifikat

	x	y	p	m	q	r	s	n	$\Pi(z)$	$\Pi(y)$	KO
$q_m < q$ $s_m < s$	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+
$q_m > q$ $s_m < s$	+	+	-	?	+	+	-	+	-	+	+
$q_m < q$ $s_m > s$	-	-	+	?	-	-	+	-	+	-	-
$q_m > q$ $s_m > s$	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-

Her er det eit par moment som er verdt å leggje merke til. Ein høgare verdsmarknadspris enn den innanlandske resulterer ikkje automatisk i eksport av elektrisitet ved opning av marknadene. Dette fordi ein veldig låg verdsmarknadspris på sertifikata kan føre til ein så stor auke i etterspurnaden etter elektrisitet ved opning av marknadene at ein faktisk må importere elektrisitet. Vidare vil prisen på sertifikata automatisk gå opp når ein opnar for handel og verdsmarknadsprisen på elektrisitet ligg under den innanlandske. Eksport av sertifikat får ein dersom verdsmarknadsprisen ligg endå høgare enn denne.

4.3.1 Komparativ analyse

I denne analysen er det fem eksogene variablar. I tillegg til dei eg nemnte i 4.2.3 er også engrosprisen på elektrisitet eksogen. Eg ser på tilfellet der $s \in (\underline{s}, \bar{s})$ både før og etter endringa i den eksogene variabelen og $q > q_m$ og $s > s_m$. Resultata vert samanlikna med resultata for den opne elmarknaden i kapittel 3.3.2. Ei oversikt over resultata er gitt i tabell 7.

Tabell 7. Komparativ analyse ved opne el- og sertifikatmarknader

	x	y	p	m	q	r	s	n	$\Pi(z)$	$\Pi(y)$	KO
α	-	0	+	-	0	0	0	?	0	0	-
β	0	-	0	+	0	+	0	0	0	-	0
z	0	0	0	-	0	0	0	-	+	0	0
q_m	-	+	+	-	+	+	0	-	+	+	-
s	-	0	+	-	0	0	+	-	+	0	-

Ved opning av både el- og sertifikatmarknaden kan ikkje prisane lenger verte brukt som eit instrument for å finne beste tilpassing ved endringar i dei eksogene variablane, sidan desse er eksogent gitte når marknadene er opne. Ein auke i α resulterer i ein høgare einingspris på elektrisitet og dermed i eit redusert elkonsument. Konsumentane, dei utanlandske produsentane og eventuelt dei utanlandske sertifikatseljarane er taparane. Dei innanlandske produsentane, både av grøn og konvensjonell elektrisitet, står overfor gitte og faste prisar som gjer at produksjonen og profitten deira ikkje vert påverka.

Ei endring i β gir akkurat same situasjon som ved handel berre med elektrisitet i kapittel 3.3.2: Dei innanlandske konvensjonelle produsentane er taparane, mens dei andre aktørane ikkje vert påverka av endringa. CO_2 - utsleppa vert reduserte innanlands, mens utsleppa i handelslandet aukar dersom auken i import kjem frå elektrisitet frå ikkje-fornybare energikjelder.

Ein auke i produksjonskapasiteten til dei grønne produsentane har i alle tidlegare tilfelle eg har sett på ført til ein auke i totalkonsumet. I dette tilfellet skjer ikkje dette fordi prisane er uendra. Sidan dei konvensjonelle produsentane står overfor same engrospris som før, vil dei heller ikkje endre produksjonen, slik at import av elektrisitet vert redusert fordi dei innanlandske

elektrisitetsprodusentane kan møte ein større del av den innanlandske etterspurnaden. Verknaden på dei grønne produsentane er eintydig positiv - dei kan selje meir av både elektrisitet og sertifikat enn tidlegare til same pris som før auken i produksjonskapasitet.

Går verdsmarknadsprisen på elektrisitet opp vil dette verke eintydig positivt på dei innanlandske produsentane. Konsumentane derimot, står overfor høgare pris og dermed mindre totalkonsum, noko som igjen resulterer i redusert import av både elektrisitet og sertifikat.

Høgare sertifikatpris har same verknad på konsumentane som ein høgare engrospris på elektrisitet. Dei konvensjonelle produsentane vert ikkje råka mens det er til fordel for dei grønne produsentane i form av høgare sertifikatpris og dermed auka profitt.

4.4 Oppsummering

Ved å gjere sertifikatmarknaden internasjonal håpar ein på større grad av prisstabilitet ved at marknaden vert større samtidig som dei mest kostnadseffektive prosjekta vert realiserte uavhengig av plassering. Land som er komne langt i utviklinga av den grønne elsektoren og som kan produsere relativt billig grøn elektrisitet samanlikna med andre land, vil heilt og fullt tene på handel gjennom høgare sertifikatprisar. Land som derimot er heilt i startfasen av å utvikle ein grøn elsektor vil få problem med å konkurrere med billige utanlandsproduserte sertifikat og dermed bli hindra i vidare utbygging. Pilotprosjektet som no pågår vil mest sannsynleg gje svar på korleis ein internasjonal marknad best kan gjennomførast samtidig som ein vernar om sin eigen elektrisitetsproduksjon frå fornybare energikjelder. Blant anna er det foreslått å gje særskild støtte til eigne prosjekt eller å påleggje dei innanlandske konsumentane at ein del av deira grønne elkonsum skal kome frå heimeprodusert grøn elektrisitet. Fleire av alternativa kan kome i strid med den internasjonale konkurranselovgivinga, men det er i EU si felles interesse at ein sikrar ein vekst i den grønne elsektoren. Dei vil difor ikkje hindre tiltak sett i verk for å nå dei nasjonale måla.

I den komparative analysen såg vi at ei opning av sertifikatmarknaden i fleire tilfelle vil verke positivt på dei grønne produsentane i heimlandet. Den negative verknaden av ein auke i miljøavgifta forsvinn og når begge marknadene er opne for handel vil dei ikkje tape på endringar i dei eksogene variablane. Ein auke i produksjonskapasiteten til dei grønne produsentane vil fullt og heilt vere til deira fordel mens det vil slå negativt ut for dei

konvensjonelle produsentane (heile marknaden sett under eitt), slik at ingenting står i vegen for ein utviding av den grønne marknaden.

Derimot kan ein auke i kapasiteten slå negativt ut når det ikkje vert handla med elektrisitet. Det kan føre til eit ønske om å halde tilbake sertifikat for å presse prisen og dermed profitten opp. Dette er eit tema som eg tek opp i neste kapittel som omhandlar marknadsmakt i sertifikatmarknaden.

4.5 Illustrasjon av tilpassing i ein open sertifikatmarknad

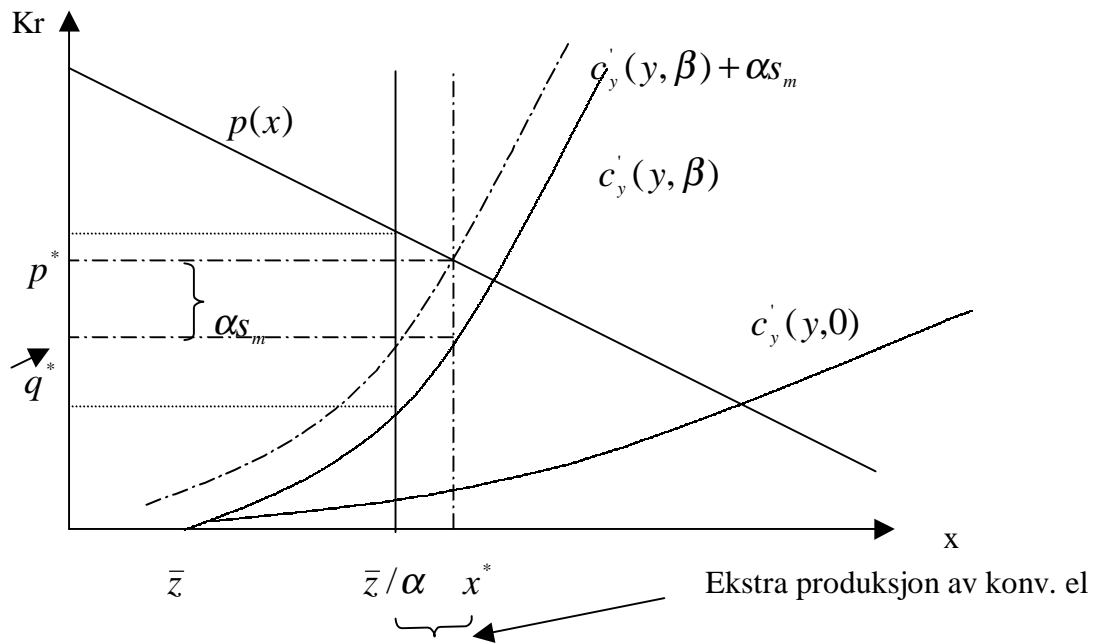


Fig.5 Tilpassing ved ein open sertifikatmarknad der $s > s_m$ men ein lukka elmarknad

Ved handel med sertifikat til ein gitt verdsmarknadspris s_m vert ny tilbodskurve $c'_y(y, \beta) + \alpha s_m$. Frå figuren ser vi at produksjon og konsum av el vert større enn i ein lukka marknad; $\bar{z}/\alpha < x^*$. Totalprisen per kWh vert lågare mens engrosprisen vert høgare enn i ein lukka sertifikatmarknad.

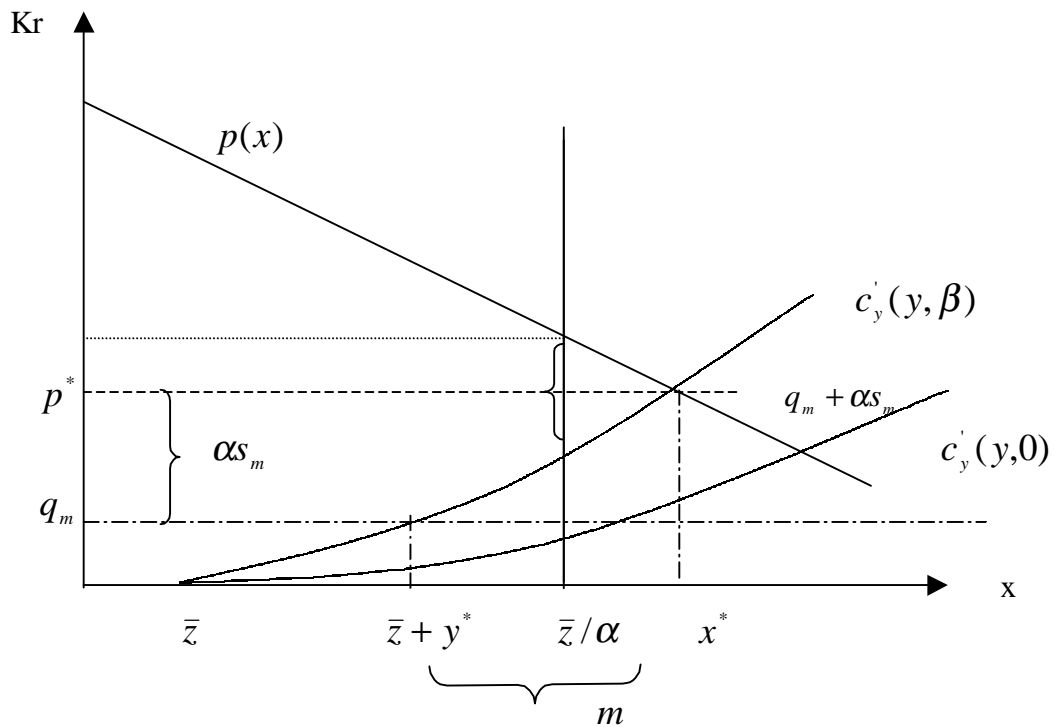


Fig.6 Tilpassing ved handel med el og sertifikat til prisane $q_m < q$ og $s_m > s$

Ved handel både med elektrisitet og grønne sertifikat vert tilbodskurva uavhengig av storleiken på produksjonen og er gitt som $q_m + \alpha s_m$. Likevekta finn vi der denne vassrette linja krysser etterspurnadsfunksjonen. I denne illustrasjonen vert resultatet ved opne marknader eit høgare konsum, mindre produksjon av konvensjonell el og lågare totalpris samanlikna med kva resultatet ville vore utan handel. Import av elektrisitet er gitt ved $m = x^* - (\bar{z} + y^*)$

5 Marknadsmakt

Fleire forhold peikar i retning av at få og store produsentar av elektrisitet frå fornybare energikjelder vil dominere den grønne marknaden, i alle fall i byrjinga. Prosjekt som har motteke statleg støtte over ein lengre periode i form av subsidiar og skattelette, vil klare seg mykje betre i overgangen til eit marknadsbasert system enn relativt nye prosjekt som er heilt i startfasen. I tillegg er store veletablerte prosjekt med mykje kapital, som store vindmølleigarar, ikkje så sårbare overfor for eksempel ustabile vêrforhold og prissvingingar som kan resultere i usikker elproduksjon og inntekter. Dei kan produsere med underskot ein periode, mens små prosjekt fort må trekkje seg ut av marknaden når dei ikkje klarar å produsere med overskot.

Sidan konsumentane er pålagde å kjøpe grønne sertifikat tilsvarande ein viss andel av elkonsument sitt, er det fare for at dei grønne produsentane vil misbruke marknadssituasjonen for å oppnå monopolprofitt. I Danmark er ein redde for at Danske Vindmøllejeres Energiselskab amba, DVE, vil dominere marknaden vesentleg i byrjinga. Prognosar tyder på at DVE vil stå for 78 % av den grønne marknaden i år 2000. Konkurransestyrelsen meiner at det ikkje er heimel i konkurranselova til å førebyggje den marknadskonsentrasjonen som DVE og andre kan tenkjast å forårsake på marknaden for grønne sertifikat.²¹ Det kan derfor vere vanskeleg å hindre at marknadsmakt oppstår.

I dette kapitlet skal eg sjå korleis marknadssituasjonen endrar seg når det er få produsentar av elektrisitet frå fornybare energikjelder. Dei kan då halde sertifikat tilbake frå marknaden for å redusere den totale produksjonen av elektrisitet og slik presse prisen på sertifikata opp. På den måten kan dei trekkje til seg ein større del av overskotet i marknaden. Klarar dei grønne produsentane å samarbeide, for eksempel gjennom eit interesseorgan som DVE, kan dei saman oppnå monopolprofitt.

I 5.1 utleiar eg modellen som eg skal bruke i den vidare analysen. Den tek utgangspunkt i modellen frå kapittel 3, men det er ikkje lenger produksjonen av grøn elektrisitet som avgjer den totale elproduksjonen, men talet på sertifikat lagt ut for sal. Ut frå modellen finn eg optimal tilpassing for dei grønne produsentane under marknadsmakt. I 5.2 ser eg korleis den

²¹ Jf. The Competition Authority, Ministry of Trade and Industry, 21 December 1999. File no. 2:83-293, Pi

optimale tilpassinga for dei grøne produsentane endrar seg ved ei endring i dei eksogene variablane α , β og \bar{z} . Eg ser også på korleis dei andre aktørane i marknaden vert påverka. Resultata vert samanlikna med resultata eg fann for ein lukka økonomi under frikonkurrans i kapittel 3.3.1. I 5.3 ser eg nærare på korleis ein kan unngå marknadsrett i den grøne sertifikatmarknaden før eg summerer opp i 5.4.

5.1 Presentasjon av modellen

Eg tek utgangspunkt i modellen frå kapittel 3. I ein lukka marknad utan marknadsrett sette den totale produksjonen av grønt elektrisitet og andel pålagt konsum av grønt elektrisitet ei grense for det totale elkonsumet: $x = \bar{z} / \alpha$. Under marknadsrett er det talet på sertifikat lagt ut for sal og andel pålagt konsum av grønt elektrisitet som bestemmer den totale elproduksjonen. Dersom w er definert som talet på antall sertifikat lagt ut for sal vert den totale produksjonen av elektrisitet: $x = w / \alpha$, der w = talet på sertifikat. Dette talet kan ikkje overstige produksjonen av grønt elektrisitet, $w \leq \bar{z}$. Marknaden er lukka for internasjonal handel med elektrisitet eller sertifikat.

Ny profittfunksjon for dei grøne produsentane vert:

$$\Pi(w) = q\bar{z} + sw \tag{5.1}$$

der

i) $q = c'(y, \beta)$

ii) $p(x) = q + \alpha s$

iii) $s = \frac{p(x) - q}{\alpha} = \frac{p(x) - c'(y, \beta)}{\alpha}$

Eg set definisjonane av q og s inn i profittfunksjonen (5.1):

$$\begin{aligned} \Pi(w) &= c'(y, \beta) \cdot \bar{z} + \frac{p(x) - c'(y, \beta)}{\alpha} \cdot w = c'(y, \beta) \cdot \bar{z} + [p(x) - c'(y, \beta)]x \\ &= p(x)x - c'(y, \beta)[x - \bar{z}] = p(x)x - c'(y, \beta)y \end{aligned} \tag{5.1'}$$

Produsentane av grøn elektrisitet er profittmaksimerande. Den grønne elektrisitetsmengda er lita samanlikna med totalproduksjonen og kan ikkje påverke engrosprisen. Dei grønne produsentane er derfor best tente med å selje all elektrisiteten dei produserer. Talet på sertifikat lagt ut for sal påverkar total produksjon av elektrisitet og dermed engrosprisen, i tillegg til sertifikatprisen. Det vil seie at produsentane av grøn elektrisitet maksimerer profitten sin gjennom kor mange sertifikat dei vel å legge ut for sal. Optimal tilpassing vert då:

$$\frac{\partial \Pi(w)}{\partial w} = \left\{ p(x) \left[1 + \frac{1}{\varepsilon} \right] - c'(y, \beta) \left[1 + \frac{1}{\eta} \right] \right\} \frac{dx}{dw} = 0$$

⇒

$$p(x) \left[1 + \frac{1}{\varepsilon} \right] = c'(y, \beta) \left[1 + \frac{1}{\eta} \right] \quad (5.2)$$

der

i) $\varepsilon = \frac{dx}{dp} \frac{p}{x}$, etterspurnadselastisitet

ii) $\eta = \frac{dy}{dc'} \frac{c'}{y}$, tilbodselsastisitet

Litt enkelt kan vi seie at på den eine sida verkar sal av fleire sertifikat positivt på profitten til dei grønne produsentane på grunn av fleire selte einingar. På den andre sida medfører fleire sertifikat lagt ut for sal større produksjon av elektrisitet. Det gir lågare totalpris, høgare engrospris og lågare sertifikatpris. Nettoeffekten frå desse verkar negativt på profitten til dei grønne produsentane.²² Så lenge den positive effekten dominerer, vil det løne seg å leggje fleire sertifikat ut for sal. I optimum er auka inntekt frå dei ekstra selte einingane, lik redusert inntekt på grunn av lågare totalpris og sertifikatpris men høgare engrospris.

Dersom $0 \leq w^* < \bar{z}$ så har problemet ei indre løysing og ikkje alle sertifikatata vert lagt ut for sal. Når $p(x) \left[1 + \frac{1}{\varepsilon} \right] > c'(y, \beta) \left[1 + \frac{1}{\eta} \right]$ vil dei grønne produsentane vere best tente med å legge

²² Jf. kap. 3.3.1.

alle sertifikata ut for sal: $w = \bar{z}$. Det vil seie at den auka inntekta frå sal av fleire sertifikat dominerer over reduksjonen i inntekta. Aktørane er i dette tilfellet ikkje tent med å utnytte marknadsmakta si, og tilpassinga vert som i kapittel 3.3.1.

I Fig. 7 i 5.5 kan vi sjå at det berre er dei grønne produsentane som tener på at sertifikat vert haldne tilbake når problemet har ei indre løysing. Konsumentoverskotet vert mindre enn i ei frikonkurranseløysing på grunn av lågare produksjon av elektrisitet og høgare totalpris. Dei konvensjonelle produsentane får profitten sin redusert på grunn av lågare produksjon og engrospris.

I den vidare analysen går eg ut frå at elastisitetsfunksjonane definerte i i) og ii) er konstante. Då kan den optimal tilpassinga i (5.2) skrivast som:

$$\frac{p}{q} = \frac{1 + (1/\eta)}{1 + (1/\varepsilon)} = k \quad (5.3)$$

Sidan $p, q > 0$ vert også $k > 0$. Tilbodselastisiteten er positiv, $\eta > 0$. Det inneber at jo høgare engrospris dei konvensjonelle produsentane kan få for elektrisiteten dei produserer, jo fleire einingar vil dei produsere. Dette medfører at $\varepsilon < -1$, altså at monopolisten tilpassar seg på den elastiske delen av etterspurnadskurva, noko som er i samsvar med monopolteori. Vi ser også at dette gir $k > 1$, dvs at totalprisen alltid er større enn engrosprisen. Eg går også ut frå at sertifikatprisen held seg innanfor prisrammene, dvs $s \in (\underline{s}, \bar{s})$.²³

5.2 Komparativ analyse

I dette kapitlet skal eg sjå korleis optimal tilpassing for dei grønne produsentane endrar seg ved endring i dei eksogene variablane; a , β og \bar{z} i tillegg til å sjå korleis dei andre aktørane vert påverka. Resultata vert samanlikna med resultata eg fann for ein lukka økonomi under frikonkurranse i kapittel 3.3.1.

²³ Dei grønne produsentane er ikkje tente med å legge så få sertifikat ut for sal at prisen overstig maksimumsprisen fordi den då vert sett lik denne. I eit slikt tilfelle kan dei auke profitten ved å legge ut ekstra sertifikat til prisen vert akkurat den same som maksimumsprisen.

Eg tek utgangspunkt i at aktørane har tilpassa seg optimalt og at tilbods- og etterspurnadselastisitetane er konstante:

$$\text{i) } \frac{p}{q} = k$$

$$\text{ii) } x = \bar{z} + y$$

$$\text{iii) } x = \frac{w}{\alpha}$$

Eg viser berre eit par av utrekningane i dette kapitlet, resten vert gått gjennom i vedlegg 4.

5.2.1 Auka pålagt konsum av grøn elektrisitet

Som ved tilpassing utan marknadsmakt kan styresmaktene auke pålagt andel konsum av grøn elektrisitet for konsumentane, noko som svarar til ein auke i α i modellen. Eg viser først korleis dette påverkar mengda grønne sertifikat lagt ut for sal og ser deretter korleis dette verkar på dei andre variablane:

$$\frac{dp(x)}{d\alpha} = \frac{dp}{dx} \frac{dx}{d\alpha} = k \frac{dq}{d\alpha} = k \frac{dc}{dy} \frac{dy}{d\alpha} \quad (5.4)$$

der

$$\text{i) } x = \bar{z} + y = \frac{w(\alpha)}{\alpha}$$

$$\text{ii) } \frac{dx}{d\alpha} = \frac{\left(\frac{dw}{d\alpha}\right)\alpha - w(\alpha)}{\alpha^2} = \frac{dy}{d\alpha}$$

Eg set i) og ii) inn i (5.4):

$$\frac{dp}{dx} \frac{\left(\frac{dw}{d\alpha}\right)\alpha - w(\alpha)}{\alpha^2} = kc''(y) \frac{\left(\frac{dw}{d\alpha}\right)\alpha - w(\alpha)}{\alpha^2}$$

$$\frac{dp}{dx} \frac{dw}{d\alpha} \alpha - \frac{dp}{dx} w(\alpha) = kc''(y) \frac{dw}{d\alpha} \alpha - kc''(y) w(\alpha)$$

$$\left[\frac{dp}{dx} - kc''(y) \right] \alpha \frac{dw}{d\alpha} = \left[\frac{dp}{dx} kc''(y) \right] w \quad (5.4')$$

Dette gjev:

$$\frac{dw}{d\alpha} = \frac{w(\alpha)}{\alpha} = x > 0 \quad (5.5)$$

Når $w^* < \bar{z}$, er w^* veksande i α . Det vil seie at når styresmaktene aukar pålagt andel konsum av grøen elektrisitet, lønar det seg for produsenten/produsentane av elektrisitet frå fornybare energikjelder å legge fleire sertifikat ut for sal.

Vidare kan vi sjå at:

$$\frac{dw}{d\alpha} \frac{\alpha}{w(\alpha)} = 1$$

Ein auke i α på 1 prosent fører til ein tilsvarande auke i w , slik at totalkonsumet er uendra. Ein annan måte å sjå det på er at ein auke i α reduserer det lovlege totalkonsumet, mens ein auke i w aukar det lovlege totalkonsumet. Desse endringane er like store, men med motsett forteikn. Det fører til at totalkonsumet ikkje endrar seg når α aukar:

$$x_{gammal} = \frac{W_{gammal}^*}{\alpha_{gammal}} = \frac{W_{ny}^*}{\alpha_{ny}} = x_{ny}$$

Når totalkonsumet ikkje endrar seg, vil heller ikkje produksjonen av konvensjonell elektrisitet, konsumentpris, engrospris, profitt til dei konvensjonelle produsentane og konsumentoverskotet endre seg. Sertifikatprisen vert derimot redusert; skal dei grøne

produsentane få selt fleire sertifikat når totalpris og engrospris er uendra men med ein større α , må s reduserast (hugs: $p = q + \alpha s$):

$$s = \frac{p(x) - q}{\alpha} = \frac{q(k-1)}{\alpha} \quad (5.6)$$

$$\frac{ds}{d\alpha} = \frac{(k-1)}{\alpha^2} \left[\frac{dq}{dy} \frac{dy}{d\alpha} \alpha - q \right] = \frac{(1-k)}{\alpha^2} q < 0 \quad (5.7)$$

Så lenge $s \in (\underline{s}, \bar{s})$ og $w^* < \bar{z}$ endrar ikkje profitten til dei grønne produsentane seg ved ein auke i α . Talet på sertifikat lagt ut for sal og sertifikatprisen endrar seg slik at fortienesta er uendra. Alle aktørane er like godt stilte som før endringa i α . I frikonkurransesmodellen tapte både dei konvensjonelle produsentane og konsumentane på ein auke i α . Verknaden på sertifikatprisen og dei grønne produsentane var usikker. Dei grønne produsentane vil alltid vere minst like bra stilte ved ei endring i α ved marknadsmakt som i frikonkurranse. Dersom så ikkje var tilfelle, kunne dei ha valt å ikkje nytte seg av marknadsmakta. Når desse er betre stilte vil dei andre aktørane, dei konvensjonelle produsentane og konsumentane, vere verre stilte. Ei endring i α under frikonkurranse har negativ effekt på desse aktørane. Likevel er dei betre stilte med denne situasjonen enn den under marknadsmakt ved endring i α , sjølv om marknadsmakta ikkje medfører endring i profitt eller overskot til dei konvensjonelle produsentane og konsumentane.

5.2.2 Strammare miljøpolitikk

I frikonkurransesmodellen for ein lukka marknad i 3.3.1 såg vi at stikk i strid med kva ein forventar, førte ein strammare miljøpolitikk til flytting av profitt frå dei grønne til dei konvensjonelle produsentane. Under marknadsmakt kan dei grønne produsentane hindre all, eller deler av denne forflyttinga av overskot ved å leggje færre sertifikat ut for sal når β aukar:

$$\frac{dp(x)}{d\beta} = \frac{dp}{dx} \frac{dx}{d\beta} = k \frac{dq}{d\beta} = k \left[\frac{dc'}{dy} \frac{dy}{d\beta} + \frac{dc'}{d\beta} \right] \quad (5.8)$$

der:

$$\frac{dy}{d\beta} = \frac{dx}{d\beta} = \frac{dw}{d\beta} \frac{1}{\alpha}$$

Dette gjev:

$$\frac{dw}{d\beta} = \frac{\alpha k \frac{dc'}{d\beta}}{\left(\frac{dp}{dx} - k \frac{dc'}{dy}\right)} < 0 \quad (5.9)$$

Ved strammare miljøpolitikk vert færre sertifikat lagt ut for sal, w^* er avtakande i β . Tabell 7 viser korleis dei andre variablane endrar seg som ein konsekvens av ei endring i β :

Tabell 7. Endringar i tilpassinga ved strammare miljøpolitikk

	x	y	w	p	q	r	s	$\Pi(z)$	$\Pi(y)$	KO
β	-	-	-	+	+	+	+	?	?	-

Ein strammare miljøpolitikk fører til høgare produksjonskostnader for dei konvensjonelle produsentane. Dette fordi dei enten må kjøpe fleire utsleppskvotar eller reinse meir enn tidlegare. I frikonkurranse, utan handel med elektrisitet og sertifikat, hindra dei konvensjonelle produsentane eit tap i profitt p.g.a. av høgare produksjonskostnad gjennom ein høgare engrospris. Auken i engrosprisen gjekk på kostnad av sertifikatprisen. Det resulterte i at dei konvensjonelle produsentane profitterte på ein strammare miljøpolitikk, mens dei grønne produsentane tapte på dette. Under marknadsmakt kan dei grønne produsentane forhindre deler av, eller heile dette tapet. Ved å halde tilbake fleire sertifikat når styresmaktene fører ein strammare miljøpolitikk, vert dei konvensjonelle produsentane tvinga til å redusere sin produksjon. Lågare totalproduksjon fører til høgare totalpris samtidig som engrosprisen ikkje aukar så mykje som den ville gjort utan omlegging av den konvensjonelle produksjonen ved ei høgare miljøavgift. Sertifikatprisen aukar.

Den totale verknaden på profitten til dei to typane produsentar er usikker:

$$\frac{d\Pi(w)}{d\beta} = \frac{dq}{d\beta} \bar{z} + \frac{ds}{d\beta} w + \frac{dw}{d\beta} s \quad (5.10)$$

Høgare engrospris og sertifikatpris trekkjer i retning av større profitt for dei grønne produsentane. Færre sertifikat lagt ut for sal verkar negativt på profitten. Likeins for dei konvensjonelle produsentane:

$$\frac{d\Pi(y)}{d\beta} = \frac{dq}{d\beta} y + \frac{dy}{d\beta} q - \frac{dc}{dy} \frac{dy}{d\beta} - \frac{dc}{d\beta} = \frac{dq}{d\beta} y - \frac{dc}{d\beta} \quad (5.11)$$

Høgare engrospris trekkjer i retning av høgare profitt. Færre selte einingar med elektrisitet verkar negativt på profitten. Om dei grønne produsentane klarar å profitere på ein strammare miljøpolitikk eller om dei berre klarar å trekkje inn ein del av profitten som uavkorta går til dei konvensjonelle aktørane i modellen utan marknadsmakt avheng av forma på etterspurnad- og tilbodsfunksjonane.

5.2.3 Endring i z

Produksjonskapasiteten hjå grønne produsentar kan variere frå år til år. For eksempel i eit år med mykje vind kan produksjonen av elektrisitet frå vindkraft stige over normalen. Det inneber ein auke i produksjonskapasiteten til dei allereie etablerte vindkraftsprodusentane og dermed ein auke i den totale produksjonen av grøn elektrisitet.²⁴ Dette har noko å seie for kor mange sertifikat som vert lagt ut for sal:

$$\frac{dp}{dz} = \frac{dp}{dx} \frac{dx}{dz} = k \frac{dq}{dz} = k \frac{dc'}{dy} \frac{dy}{dz}$$

$$\frac{dp}{dx} \frac{dw}{dz} \frac{1}{\alpha} = k \frac{dc'}{dy} \left[\frac{dw}{dz} \frac{1}{\alpha} - 1 \right]$$

²⁴ På kort sikt fører dette ikkje til nyetablering, slik at auka produksjonskapasitet ikkje resulterer i mindre marknadskonsentrasjon.

Dette gjev:

$$\frac{dw}{dz} = \frac{(\alpha k \frac{dc'}{dy})}{k \frac{dc'}{dy} - \frac{dp}{dx}} > 0 \quad (5.12)$$

Auken i talet på sertifikat lagt ut for sal er mindre enn auken i produksjon av grøn elektrisitet.

Eg vel å bevise det ved å gå ut frå at $\Delta w > \Delta z$:

$$\frac{(\alpha k \frac{dc'}{dy})}{(k \frac{dc'}{dy} - \frac{dp}{dx})} > \frac{dz}{dz} = 1$$

$$\Rightarrow \frac{dp}{dx} > k(1 - \alpha) \frac{dc'}{dy} \quad (5.13)$$

Sidan venstre side av ulikskapen alltid er negativ mens høgre sida er positiv, vil ikkje denne ulikskapen gjelde. Det vil seie at auken i talet på sertifikat lagt ut for sal alltid er mindre enn auken i produksjon av elektrisitet frå fornybare kjelder; $\Delta w < \Delta z$.

I tabell 8 gir eg ein oversikt over endringane i alle endogene variablar i modellen ved ei endring i \bar{z} .

Tabell 8. Endringar i tilpassinga ved større produksjon av grøn elektrisitet

	x	y	w(z)	p	q	r	s	$\Pi(z)$	$\Pi(y)$	KO
z	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+

Under frikonkurransen auka også dei konvensjonelle produsentane sin produksjon når kapasiteten til dei grønne produsentane auka. Det medførte ein auke i engrospris samtidig som

totalprisen på elektrisitet gjekk ned. Dermed vart også prisen på sertifikata lågare. Utfallet vart høgare profitt til dei konvensjonelle produsentane, mens verknaden på profitten til dei grønne var usikker. Fleire selte einingar elektrisitet og sertifikat og høgare engrospris verka positivt på profitten. Lågare sertifikatpris verka negativt. Dersom sistnemnde effekt dominerte, resulterte det i lågare profitt til dei grønne produsentane trass i auka produksjon.

Under marknadsmakt hindrar dei grønne produsentane denne negative effekten ved å legge færre sertifikat ut for sal enn auken i produksjon tilseier. Det inneber at dei konvensjonelle produsentane vert tvungne til å redusere sin produksjon, og dermed vert engrosprisen lågare. Totalprisen fell også under marknadsmakt, men ikkje så mykje som under frikonkurranse fordi produksjonen ikkje aukar så mykje. Sertifikatprisen fell, men mindre enn dersom engrosprisen auka samtidig som totalprisen minka enda meir. I ein modell med marknadsmakt klarar altså dei grønne produsentane å hindre at produsentoverskot vert flytta frå dei grønne til dei konvensjonelle produsentane.

5.3 Korleis forhindre marknadsmakt i sertifikatmarknaden?

Marknadsmakt reduserer den totale elproduksjonen samanlikna med tilpassinga under frikonkurranse. På kort sikt kan dette vere til fordel for miljøet dersom mindre produksjon av konvensjonell elektrisitet fører til mindre utslepp av miljøskadelege gassar. På lang sikt vil derimot marknadsbarrierar som hindrar nyetablering hemme den vidare satsinga på grøn elektrisitet og resultere i eit samfunnsøkonomisk tap.

Det er fleire forhold som kan skape marknadsmakt. Store og tunge kapitaltunge prosjekt som har motteke økonomisk støtte gjennom fleire år har nedbetalt store deler av dei faste kapitalkostnadene sine. Dei kan dermed selje sertifikata til ein lågare pris enn andre, samtidig som dei ikkje er så prisgitt vind- og værforhold. Dei kan tåle eit par sesonger med låg produksjonskapasitet. Små og nye prosjekt har store investeringskostnader, det vil sei faste kostnader som ikkje allereie er dekkja når dei trer inn på marknaden som i modellen, må få desse dekkja inn gjennom sal av elektrisitet og grønne sertifikat, samtidig som dei er meir sårbare overfor svingingar i vind- og værforhold i tillegg til pris.

Det er foreslått fleire tiltak for at ikkje den økonomiske utryggleiken ved nyetablering skal hindre små produsentar i å etablere seg og dermed på sikt hindre den storstilte satsinga på

elektrisitet frå fornybare energikjelder som ein håpar skal finne stad. Investeringsstøtte har vore mykje nytta og er foreslått brukt vidare i alle fall i ein overgangsfase. Støtta kan ta form av enten skattelette eller direkte støtte, der storleiken for eksempel kan verte bestemt ut frå produksjonskapasitet.

I Danmark går ein ut frå at sertifikata vil ha ein høg pris dei første åra slik at anlegg som vert etablerte i perioden 2000-2002 vil få ein mykje betre økonomi enn anlegg som vert bygd seinare. Det kan resultere i at anleggsleverandørar og teknologiutviklarar vil vere tilbakehaldne med å engasjere seg i vidare investering og teknologiutvikling fordi dei fryktar at heimemarknaden etter 2002 vil verte innskrenka. Ein måte å løyse dette på er å gje anleggstilskot, for eksempel på 20 %, for å skape ein økonomisk balanse.

Uvissa rundt den framtidige prisen kan ein unngå ved prissikring gjennom langtidskontraktar. Ein kan også utarbeide prognosar for pris- og marknadsutvikling slik at produsentane veit kva dei kan vente. For å gje småprodusentar vilkår som dei kan leve med har ein vurdert å gje desse garanterte minsteprisar, i tillegg til sertifikat, i ein overgangsfase. Eit annan alternativ er å gje dei gunstige lån og ekstra tilskot til drift av anlegg som ennå ikkje er lønsame.

For at små nisjeprodusentar, som ikkje kan konkurrere på lik linje med for eksempel store havvindmøller, skal kunne overleve i marknaden, er det blitt foreslått å dele opp i separate marknader, for eksempel ein for store vindmølleprosjekt og ein annan for biomasse. Ein kan då tenke seg at konsumentane vert forplikta til å kjøpe ein viss andel sertifikat frå kvar av marknadene eller at produsentane av elektrisitet frå biomasse kan få to sertifikat for kvar kWh levert til nettet mens dei store produsentane berre får eitt.

Marknaden kan også verte organisert slik at små produsentar som kan produsere og levere grøn elektrisitet til ein konkurransedyktig pris, men som ikkje er like robuste som store produsentar til å klare svingande elprisar, likevel skal kunne gardere seg mot desse svingingane. For eksempel kan ein ved å selje framtidig straum ("futures") på den grønne børsen til ein fast pris eit visst antal år skape tryggleik rundt den framtidige prisen. Samtidig kan ein ved å skape gjennomsiktighet om framtidige marknadsforhold redusere uvissa rundt prisutviklinga. Ein kan kontinuerleg offentleggjere prognosar om forventa elproduksjon frå grønne anlegg slik at det er mogleg å tilpasse utbygginga til etterspurnaden. Denne vil då vere stabilt stigande og verte oppgitt som årskvotar for det komande året.

I 5.2 fann eg at under marknadsmakt ville auka sal av sertifikat verke positivt på profitten til dei grønne produsentane på grunn av fleire selte einingar mens lågare totalpris og høgare engrospris trakk i negativ retning. I likevekt var desse effektane like store. Ved handel av elektrisitet er engrosprisen eksogent gitt. Det medfører at han ikkje endrar seg sjølv om fleire sertifikat vert lagt ut for sal. Dermed kan opning av elmarknaden til ein viss grad hindre marknadsmakt fordi fleire sertifikat kan seljast ved ein open marknad samanlikna med ein lukka før optimal tilpassing for dei grønne produsentane vert nådd.

Med ein opning av sertifikatmarknaden vil monopolproblemet forsvinne. Tilgang for utanlandske produsentar av elektrisitet frå fornybare kjelder til å selje sertifikat vil avgrense monopolproblemet, men det resulterer ikkje i den ønska utbygginga innanlands dersom verdsmarknadsprisane på elektrisitet og sertifikat er låge. Alternative støttetiltak for å fremje den innanlandske utbygginga er mogleg, men desse må ikkje vere i strid med dei internasjonale konkurransereglane.

På den eine sida kan ein lukka marknad føre til marknadsmakt og forhindre den ønska utbygginga av den grønne elsektoren. Dette kan ein til dels hindre med å kombinere bruken av grønne sertifikat med andre typar finansiell støtte. På den andre sida kan ein internasjonal marknad for grønne sertifikat hindre marknadsmakt, men resultatet kan vere at dei innanlandske produsentane ikkje kan konkurrere med dei utanlandske og dermed får ein heller ikkje den ønske utbygginga innanlands. Ekstra støtte vert også vanskelegare fordi det ikkje må kome i strid med det felles regelsettet.

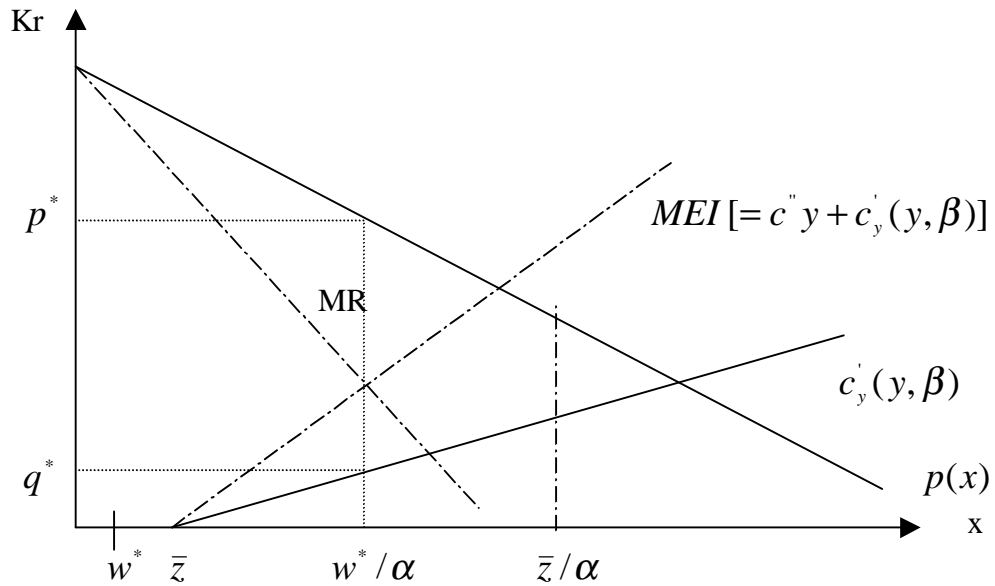
5.4 Oppsummering

I dette kapitlet har vi sett at ein brå overgang frå dagens finansielle støtteordningar til ein marknadsbasert ordning vil favorisere allereie etablerte produsentar. Nye produsentar står overfor kapitalkostnader som dei må finansiere gjennom sal av sertifikat. Dei kan dermed ikkje konkurrere med dei etablerte produsentane når det gjeld pris på sertifikata. Samtidig er dei meir sårbare overfor pris- og vêrsvingingar. Dersom dei etablerte produsentane klarar å organisere seg, for eksempel gjennom eit interesseorgan som DVE, kan dei utøve marknadsmakt og trekkje ein større del av profitten ut av marknaden enn dei gjer under frikonkurranse.

I 5.2 såg vi at ved ei endring i dei eksogene variablane, α , β og \bar{z} , kan dei grønne produsentane ved å leggje fleire eller færre sertifikat ut for sal, hindre at profitt vert flytta frå dei konvensjonelle produsentane til dei grønne, noko vi i 3.3.1 såg kunne skje i ein lukka modell under frikonkurransen.

Marknadsmakt er ikkje ønskeleg. Det kan hindre eller forseinke ei vidare satsing på grøn elutbygging. Overgangsordningar som fast pris, tildeling av ekstra sertifikat og etableringstilskot kan til dels hindre at marknadskonsentrasjonen i den grønne marknaden ved å gjere overgangen frå statleg støtte til ein marknadsbasert ordning mindre brå. Ved å gjere sertifikatmarknaden Ei anna løysing på monopolproblemet er å gjere sertifikatmarknaden internasjonal. Dei grønne produsentane står då overfor ein gitt verdsmarknadspris på sertifikata og har ingenting å vinne ved å halde sertifikat tilbake frå marknaden. For nye prosjekt kan ein internasjonal sertifikatmarknad føre til større tryggleik i form av meir stabile prisar og større marknad.

5.5 Illustrasjon av marknadsmakt



Under marknadsmakt vert det produsert mindre enn ved frikonkurransen: $w^*/\alpha < \bar{z}/\alpha$. Prisen vert høgare mens engrosprisen vert lågare på grunn av lågare produksjon av konvensjonell elektrisitet. Prisen på sertifikata vert høgare..

6 Oppsummering og avslutting

Det er ein klar samanheng mellom den økonomiske støtta til fremjing av grøn elproduksjon og den faktiske utbygginga av den grønne elsektoren. Skal ein realisere den ønska utbygginga vil dette koste pengar, det herskar det ingen tvil om. Gjennom økonomisk støtte og stadige nyvinningar håpar ein å presse produksjonskostnadene til dei grønne produsentane ned, og på sikt gjere grøn elektrisitet konkurransedyktig med konvensjonell elektrisitet både når det gjeld produksjonskapasitet og pris.

Forma på den økonomiske støtta er vel så viktig som storleiken. Finansieringsordningane ein har nytta fram til i dag for å fremje grøn elproduksjon, er kjenneteikna ved enorme kostnader for styresmaktene i tillegg til at det har vist seg vanskeleg å nå dei politiske målsetjingane for produksjonskapasitet og kostnad. Eit alternativ til dei tidlegare finansieringsordningane er etableringa av ein grøn sertifikatmarknad. Ein slik marknad har den fordel at støtta er marknadsbasert - marknaden fastset sjølv storleiken på støtta som er naudsynt for å sikre den ønska utbygginga. Håpet er at denne forma for støtte skal resultere i konkurranse mellom dei grønne produsentane og sikre grøn elproduksjon til låge kostnader. I denne oppgåva har eg ved bruk av teori og ein kortsiktig modell for sertifikatmarknaden sett nærmare på fordelane ved å innføre ein grøn sertifikatmarknad og korleis han vil fungere under ulike marknadsforhold.

Ein fullverdig sertifikatmarknad eksisterer ennå ikkje. Det vil derfor ta tid før vi ser resultat i form av utbygging og produksjonskostnader som ei følgje av finansiering av grøn elproduksjon gjennom kjøp og sal av grønne sertifikat. På bakgrunn av den teoretiske diskusjonen vert det vanskeleg å trekkje konklusjonar for eller mot ein sertifikatmarknad. Den komparative analysen av sertifikatmodellen under ulike marknadsforhold har derimot gitt oss ein peikepinn på korleis sertifikatmarknaden bør verte organisert. Eg summerer opp desse analysane i 6.1. I 6.2 avsluttar eg oppgåva med å sjå på sertifikatmarknaden i eit lengre perspektiv og skissere vegen vidare.

6.1 Korleis bør sertifikatmarknaden organiserast?

I oppsummeringa av analysane er variablane som vart definerte i 3.2.1 sentrale. Desse vert repeterte i 6.1.1. I 6.2.1 summerer eg opp effekten endringar i dei eksogene variablane har

på sertifikatmarknaden under ulike marknadsforhold. På bakgrunn av denne oversikta utformar eg hovudkonklusjonen for oppgåva.

6.1.1 Teiknforklaring

p = elprisen som konsumentane står overfor

s = pris på grønne sertifikat

\bar{s} = maksimumspris på grønne sertifikat

\underline{s} = minimumspris på grønne sertifikat

q = innanlandsk engrospris på elektrisitet

q_m = utanlandsk engrospris på elektrisitet

r = auka produksjonskostnad p.g.a. pålagt CO_2 - reduksjon

x = totalkonsum av elektrisitet

y = produksjon av elektrisitet ved bruk av ikkje-fornybare energikjelder

z = produksjon av elektrisitet ved bruk av fornybare energikjelder (grøn el)

\bar{z} = maksimal mogleg produksjon av grøn elektrisitet

m = import (+) eller eksport (÷) av elektrisitet

n = import (+) eller eksport (÷) av grønne sertifikat

α = pålagt andel (%) elkonsum frå fornybare energikjelder

β = reduksjon i CO_2 - utsleppa

g^d = etterspurnad etter grønne sertifikat

g^s = tilbod av grønne sertifikat

6.1.2 Oversikt over dei komparative analysane gjort i oppgåva

I punkta 1-5 gjev eg ei oversikt over dei komparative analysane gjort av sertifikatmarknaden under ulike marknadsforhold i kapittel 3 og 4. Marknadsforholda er gjevne ved:

1 = Lukka el- og sertifikatmarknad

2 = Open elmarknad

3 = Open sertifikatmarknad

4 = Open el- og sertifikatmarknad

1. Kva skjer når styresmaktene aukar pålagt konsum av grøn elektrisitet?

	x	y	p	m	q	r	s	n	$\Pi(z)$	$\Pi(y)$	KO
1	-	-	+		-	-	?		?	-	-
2	-	0	+	-	0	0	?		?	0	-
3	-	-	+		-	-	0	?	-	-	-
4	-	0	+	-	0	0	0	?	0	0	-

Verknadene på sertifikatprisen s , og profitten til dei grønne produsentane $\Pi(z)$ ved ein auke i pålagt konsum av grøn el, α , i ein kortsiktig modell, er usikre når sertifikatmarknaden er lukka. Ved handel berre med sertifikat er verknaden derimot negativ. I ein marknad med gitte verdsmarknadsprisar på el og sertifikat har ein auke i α ingen verknad på dei grønne produsentane.

2. Kva skjer ved ein strammare miljøpolitikk?

	x	y	p	m	q	r	s	n	$\Pi(z)$	$\Pi(y)$	KO
1	0	0	0		+	+	-		-	+	0
2	0	-	0	+	0	+	0		0	-	0
3	-	-	+		+	+	0	-	+	?	-
4	0	-	0	+	0	+	0	0	0	-	0

Ein kortsiktig sertifikatmarknad kombinert med CO_2 - kvotar slår negativt ut for dei grønne produsentane i ein situasjon der begge marknadene er lukka. Den negative effekten forsvinn ved handel med elektrisitet, og elektrisitet og sertifikat simultant. Derimot er effekten på profitten til dei grønne produsentane $\Pi(z)$, positiv i ein marknad der det berre vert handla med sertifikat.

Færre CO_2 - kvotar kan vere eit resultat av ein strammare internasjonal miljøpolitikk. Verdsmarknadsprisen på elektrisitet aukar. Skjer dette på kostnad av verdsmarknadsprisen på sertifikat vert situasjonen i 2,3 og 4 den same som i 1. Utsleppa av CO_2 vert reduserte men det kan hindre vidare utbygging av den grønne elsektoren.

3. Kva skjer ved ein auke i den grønne elkapasiteten?

	x	y	p	m	q	r	s	n	$\Pi(z)$	$\Pi(y)$	KO
1	+	+	-		+	+	-		?	+	+
2	+	0	-	+	0	0	-		?	0	+
3	+	-	-		-	-	0	-	?	-	+
4	0	0	0	-	0	0	0	-	+	0	0

Når ikkje både el- og sertifikatmarknaden er opne kan ein auke i produksjonskapasiteten til dei grønne produsentane slå negativt ut på profitten deira. Når begge marknadene er opne vil ein auke i \bar{z} eintydig vere positivt for dei grønne produsentane.

4. Kva skjer ved ein høgare internasjonal engrospris på elektrisitet?

	x	y	p	m	q	r	s	n	$\Pi(z)$	$\Pi(y)$	KO
2	0	+	0	-	+	+	-		-	+	0
4	-	+	+	-	+	+	0	-	+	+	-

Ein auke i engrospris på elektrisitet skjer på kostnad av sertifikatprisen i ein marknad som er lukka for handel med sertifikat. Ein auke i engrospris men reduksjon i sertifikatpris fører til ein reduksjon i profitten til dei grønne produsentane. Når begge marknadene er opne for handel tener både dei konvensjonelle og dei grønne produsentane på auken i engrospris. Eg har i denne analysen ikkje tatt i berekning at auken i verdsmarknadsprisen på elektrisitet skjer på kostnad av verdsmarknadsprisen på grønne sertifikat.

5. Kva skjer ved ein høgare internasjonal sertifikatpris?

	x	y	p	m	q	r	s	n	$\Pi(z)$	$\Pi(y)$	KO
3	-	-	+		-	-	+	-	+	-	-
4	-	0	+	-	0	0	+	-	+	0	-

Ein høgare verdsmarknadspris på sertifikata er til fordel for dei grønne produsentane både i ein open og lukka elmarknad.

Ved å innføre ein grøn sertifikatmarknad håpar ein å sikre konkurranse mellom dei grønne produsentane og å sikre utbygging av grøn elkapasitet til låge kostnader. I kapittel 4.1 såg vi at av omsyn til likviditeten i marknaden og dermed kostnadseffektiviteten, er det viktig å gjere sertifikatmarknaden internasjonal. Ein større marknad vil også sikre større grad av prisstabilitet. Frå dei komparative analysane gjort på den kortsiktige modellen for sertifikatmarknaden, ser vi at mange av dei negative effektane endringar i dei eksogene variablane har på s og $\Pi(z)$ forsvinn når vi opnar både sertifikat- og elmarknadene. I kapittel 5.3 såg vi at ein kan forhindre monopolproblemet i sertifikatmarknaden ved å gjere marknaden internasjonal.

Ein hovudkonklusjon på bakgrunn av den kortsiktige modellen som mine analysar byggjer på vert difor slik;

Vil ein sikre stabile prisar, forhindre marknadsmakt og dei negative verknadene auke i dei eksogene variablane kan ha på sertifikatprisen s , og profitten til dei grønne produsentane $\Pi(z)$, er det viktig å gjere både elektrisitet- og sertifikatmarknaden internasjonal.

6.2 Sertifikatmarknaden på lengre sikt

Modellen nytta i oppgåva er kortsiktig. Vi har sett at ein auke i eksogene variablar i nokre tilfelle har gitt overraskande og uønska resultat på den kortsiktige sertifikatprisen og profitten til dei grønne produsentane.

Amundsen og Mortensen (2000, s 13-19) har sett litt nærmare på om desse negative effektane forsvinn dersom ein ser på sertifikatmarknaden på lengre sikt. Utgangspunktet for den langsiktige modellen er at dei grønne produsentane vil auke sin produksjonskapasitet og nye aktørar vil etablere seg så lenge noverdien av forventade framtidige inntekter er høgare enn investeringskostnadene. Ved hjelp av ein statisk modell har dei funne langsiktig likevekt i den grønne sertifikatmarknaden. Ved å ta utgangspunkt i denne likevekta har dei deretter sett korleis investeringa i grøn elkapasitet vert påverka av endringar i dei eksogene variablane; høgare pålagt konsum av grøn el, færre CO_2 -kvotar og høgare verdsmarknadspris på elektrisitet.

Ein auke i pålagt konsum av grøn elektrisitet vil i følgje desse berekningane ha usikker påverknad på utbygginga i den grønne elsektoren. Dette resultatet gjeld både ved ein lukka og open elmarknad. Resultatet viser seg å vere avhengig av forma på etterspørselen. Ved ein lite elastisk etterspurnad vil kapasiteten auke. Det motsette er tilfelle dersom etterspurnaden er veldig elastisk. Dette er identisk med den kortsiktige analysen: ein auke i α verka negativt på sertifikatprisen s , og dermed også på profitten til dei grønne produsentane $\Pi(z)$, jo mindre elastisk etterspørselen var.

Ein strammare miljøpolitikk verkar på sikt negativt på investeringane i grøn elkapasitet når modellen er lukka for handel. I ein marknad open for handel med elektrisitet vert resultatet det same som for ein kortsiktig modell: inga verknad på optimal investering i grøn elproduksjon.

I den kortsiktige modellen som var open for handel med elektrisitet såg vi at ein høgare verdsmarknadspris på kostnad av sertifikatprisen slo negativt ut på profitten til dei grønne produsentane. Dette resultatet forplantar seg vidare i den langsiktige modellen; høgare verdsmarknadspris skjer på kostnad av sertifikatprisen og profitten til dei grønne produsentane og vil dermed ha negativ effekt på den vidare utbygginga av den grønne sektoren.

Mange av dei negative effektane endringar i dei eksogene variablane har på s og $\Pi(z)$ i ein kortsiktig modell forplantar seg altså vidare til den langsiktige modellen og hindrar vidare utbygging av grøn elkapasitet. I den kortsiktige modellen kunne fleire av desse negative effektane eliminerast ved å opne både el- og sertifikatmarknaden.

I denne oppgåva har retta søkelys på nokre av problemstillingane rundt den grønne sertifikatmarknaden. Eg har konsentrert meg om sertifikatmarknaden på kort sikt under ulike marknadsforhold og kort skissert resultata for den langsiktige modellen utan handel med sertifikat. Ei vidare analyse av den langsiktige modellen er naudsynt. Ei aktuell problemstilling vil vere å sjå om dei negative effektane, endringar i dei eksogene variablane har på den vidare utbyggingane av den grønne elsektoren, forsvinn når ein opnar for handel med sertifikat i den langsiktige modellen.

Når sertifikatmarknaden er vel etablert og data ligg føre, vil det vere interessant å sjå nærmare på resultatet av innføringa av denne marknaden, gjerne sett i lys av modellen som er nytta i desse analysene.

Litteraturliste

Adams, R. A (1991): *Calculus: a complete course*. Addison-Wesley Publishers Ltd., Ontario.

Amundsen, E. S. og Mortensen, J. B (2000): "The Danish Green Certificate System: Some simple analytical results". Working Paper, No. 2000, The University of Bergen.

Boldt, J., Kristensen, A. H. og Lykkemark, B. (1999): "Økonomisk vurdering af vedvarende energikilder i et grønt el-marked", Energistyrelsen, København.

Clemmer, S. L., Noguee, A., Brower, M. C. og Jefferiss, P. (1999): "A Powerful Opportunity. Making Renewable Electricity the Standard", Union of Concerned Scientists, Cambridge.

Clemmer, S L., Noguee, A., Brower, M. C. og Jefferiss, P. (1999): "Powerful Solutions", Union of Concerned Scientists, Cambridge.

Commision Of The European Communities (1998): "Electricity from renewable energy sources and the international electricity market", Working Paper, Brussel, 24/4-98.

Danske Elværkers Forening HEK/BD (1999): "Prisdannelsen på VE bevismarkedet", udkast til arbejdspapir.

Drillisch, J. (1999): "A Market for Renewables – The Dutch Green Label System", Working Paper, Institute of Energy Economics at the university of Cologne.

Eaton, B. C. og Eaton, D. F. (1991): *Microeconomics*. W. H. Freeman and Company, New York.

Eltra 1999-459: "Udredning om handel med grønne certifikater", København.

EnergiNed (1999): "Explanatory text to the articles of the Basic Commitment", Working Paper, No. 2, Rotterdam.

Energistyrelsen (1998): "Notat om Hovedelementene i den ny energilov", København.

European Commision: "Electricity from renewable energy sources and the internal electricity market", Working Paper.

European Commission (1997): "Energy for the future: Renewable sources of energy", White Paper, 26/11-97.

Eyre, N. (1997): "External costs. What do they mean for energy policy?", *Energy Policy*, Vol.25. No.1, s 85-95.

Finansdepartementet (1997-98): "St.prp. nr 54. Grønne skatter", Oslo.

Hanley, N., Shogren, J. F. og White, B. (1997): "*Environmental economics in theory and practice*". TJ Press Ltd, Padstow.

IEA (1997): *Renewable energy policy in IEA countries*. OECD, 1997-1998, Paris.

Miljø- og Energiministeriet (1999): "Annexes to the Report in Green Certificate Market", Energistyrelsen, København.

Miljø- og Energiministeriet (1999): "Bilag til Udredning om VE-bevismarkedet", Energistyrelsen, København.

Miljø- og Energiministeriet (1998): "Hovedelementerne i den ny energilov", Energistyrelsen, København.

Miljø- og Energiministeriet (1998): "Notat om Danmarks internationale forpligtelser under FN's Klimakonvention og problematikken om import/eksport af elektricitet, herunder 1990-problematikken", Energistyrelsen, København.

Miljø- og Energiministeriet (1998): "Notat om de enkelte vedvarende energikilders konkurrencedygtighed indbyrdes samt i forhold til anden elproduktion, herunder i hvilket omfang de er subsidieret", Energistyrelsen, København.

Miljø- og Energiministeriet (1998): "Notat om det grønne elmarked, herunder overgangsordning", Energistyrelsen, København.

Miljø- og Energiministeriet (1998): Notat om det grønne markeds sikring af små investorer, udvikling af nye teknologier samt opfyldelse af VE-målsætningen”, Energistyrelsen, København.

Miljø- og Energiministeriet (1999): ”Notat om en garanteret mindstepris på 60 øre/kWh for vedvarende energi som alternativ til en garanteret mindste efterspørgsel efter VE”, Energistyrelsen, København.

Miljø- og Energiministeriet (1999): ”Notat om forslag til en overgangsordning for elafregning til nye vindmøller baseret på en statslig risikodeækning for verdien af grønne certifikater””, Energistyrelsen, København.

Miljø- og Energiministeriet (1998): ”Notat om hvordan der sikres tilstrækkelig VE-kapacitet til rådighed til dækning af forbrugernes obligatoriske VE-kvote”, Energistyrelsen, København.

Miljø- og Energiministeriet (1999): ”Notat om hvordan det undgås, at det grønne marked domineres af få og store udbydere eller købere, samt hvorvidt der er erfaringer i den retning fra den nordiske elbørs og det amerikanske marked for SO₂ kvoter”, Energistyrelsen, København.

Miljø- og Energiministeriet (1998): Notat om muligheden for at skabe et system, der sikrer målene for energibesparelser i Energi 21 gennem en forpligtende ordning, hvor der bliver en stigende efterspørgsel efter energisparetjenester”, Energistyrelsen, København.

Miljø- og Energiministeriet (1999): ”Notat om sammenligning af en afregningsmodel for VE-el baseret på et grønt kvote marked og en afregningsmodel for VE-el baseret på mindstepriser”, Energistyrelsen, København.

Miljø- og Energiministeriet (1998): ”Notat som beskriver, hvordan det grønne certifikatmarked skal fungere i praksis, samt hvordan der i forbindelse hermed tages højde for de forskellige VE-teknologiers konkurrencedygtighed”, Energistyrelsen, København.

Miljø- og Energiministeriet (1998): Notat vedrørende udviklingen i VE-udbygningen i EU-landene, herunder en sammenligning mellem lande med og uden garanterede mindstepriser”, Energistyrelsen, København.

Miljø- og Energiministeriet (1999): Opfølgning på Energi 21. Status for energiplanlægning”, Energistyrelsen, København.

Miljø- og Energiministeriet (1998): ”Redegørelse om dansk energipolitik”, Energistyrelsen, København.

Miljø- og Energiministeriet (1999): ”Report on the Danish green certificate market”, Energistyrelsen, København.

Miljø- og Energiministeriet (1999): ”Udredning om VE-bevismarkedet”, Energistyrelsen, København.

Miljøverndepartementet (1997-98): ”St.meld. nr 29. Norges oppfølging av Kyotoprotokollen”, Oslo.

Moore, C. Og Ihle, J. (1999) ”Renewable Energy Policy Outside the United States”, Issue Brief No. 14, Renewable Energy Policy Project, Washington DC.

Morthorst, P. E.(1999): ”Danish renewable energy and green certificate market”, Risø National Laboratory, Roskilde.

Nielsen, L. og Jeppesen, T. (1999): ”Green Electricity Certificates- A Supplement to Flexible Mechanisms of the Kyoto Protocol”, Dept. of Economics, University of Southern Denmark, Odense.

Odgaard, O. (2000): ”Liberalisering af elmarkedet for vedvarende energi i EU og Danmark”, Energistyrelsen, København.

Pedersen, O. P (1999): ”Treg start for grøn strøm”, *Natur og miljø*, 1999 s. 61.

Petersen M. (1999): ”Regulatory instruments and incentive schemes for renewable energy”, Working Paper, May 1999, REALM Project, Ballerup.

Rader, N. (1997): "The Mechanics of a Renewable Portfolio Standard Applied at the Federal Level", American Wind Energy Association, Washington DC.

Skytte, K. (1999): "National versus international markets for green certificates and power", work in progress, System Analysis Department, Risø National Laboratory, Roskilde.

Stridbæk, U. (1999): "Critical Market Conditions in a Green Certificate System", Working Paper, No. 290, Eltra, København.

Voogt, M., Boots, M., Schaeffer, G. J. og Martens, J. W (1999): "Renewable electricity in a liberalised Dutch electricity market- the concept of green certificates".

Warberg, F., Cramon, J. og Kronen, T. (1999): "Organisering af VE-marked og handel med VE-bevis", PriceWaterHouseCoopers, København.

Wiser, R., Pickle, S. og Goldman, C. (1998) : "Renewable energy policy and electricity restructuring: a California case study", *Energy Policy*, Vol.26, No.6, s.465-475.

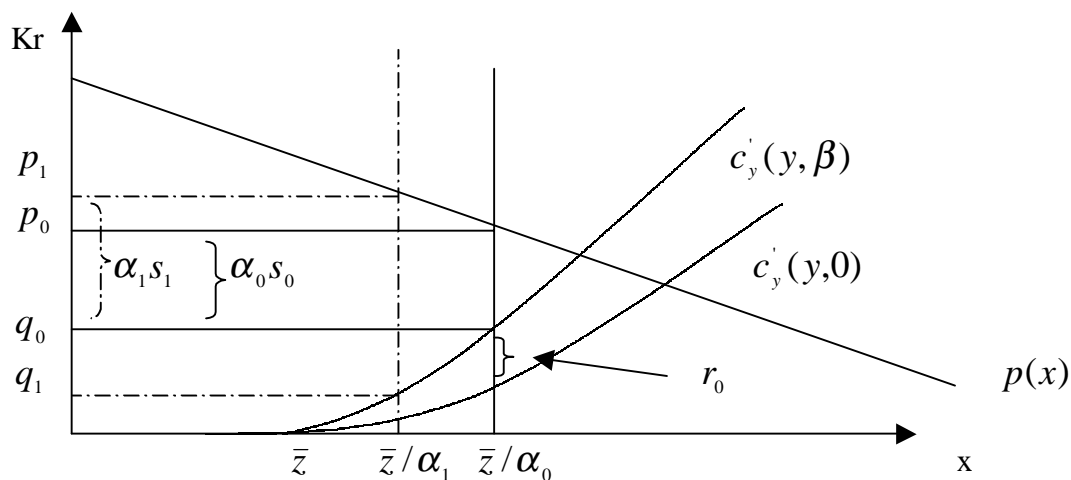
VEDLEGG 1

Eg byrjar med å illustrere grafisk tilpassingane i den grønne marknaden som eg fann ved komparativ analyse i 3.3. I andre del av vedlegget ser eg korleis aktørane i den grønne marknaden tilpassar seg når $s = \underline{s}$ og $s = \bar{s}$. Sertifikatmarknaden er lukka.

I. Illustrasjon av den komparative analysen gjort i 3.3

LUKKA ØKONOMI¹

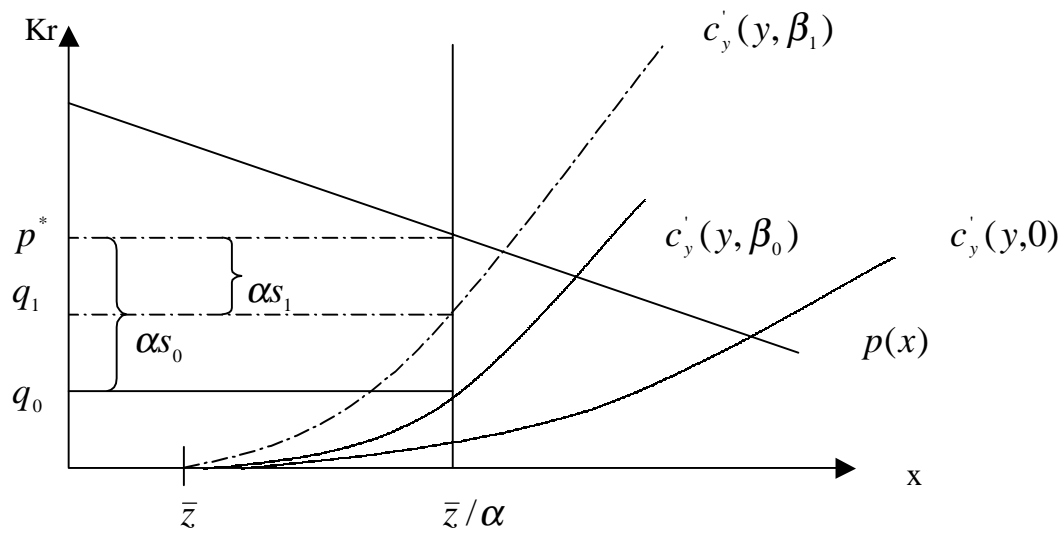
1. Endring i α



Resultat: Den totale elproduksjonen avtar, $\bar{z}/\alpha_1 < \bar{z}/\alpha_0$, engrosprisen vert mindre på grunn av mindre produksjon av konvensjonell el, $q_1 < q_0$ mens den totale prisen aukar, $p_1 > p_0$.

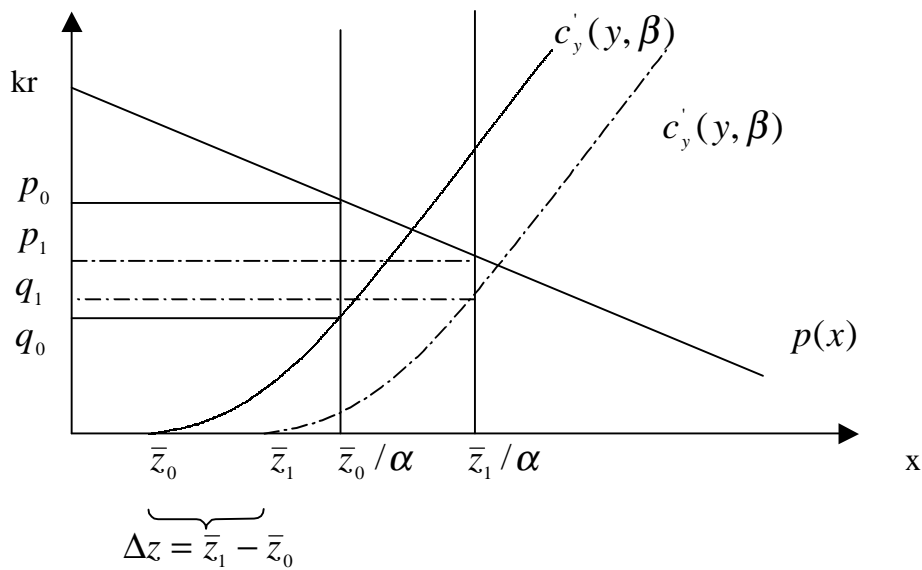
¹ I ein lukka økonomi er det ingen handel med elektrisitet.

2. Endring i β



Resultat: Ein auke i β fører til eit skift oppover for tilbodskurva. Frå figuren ser vi at i den nye likevekta er produksjon og totalpris uendra mens engrosprisen har auka mens sertifikatprisen har vorte redusert.

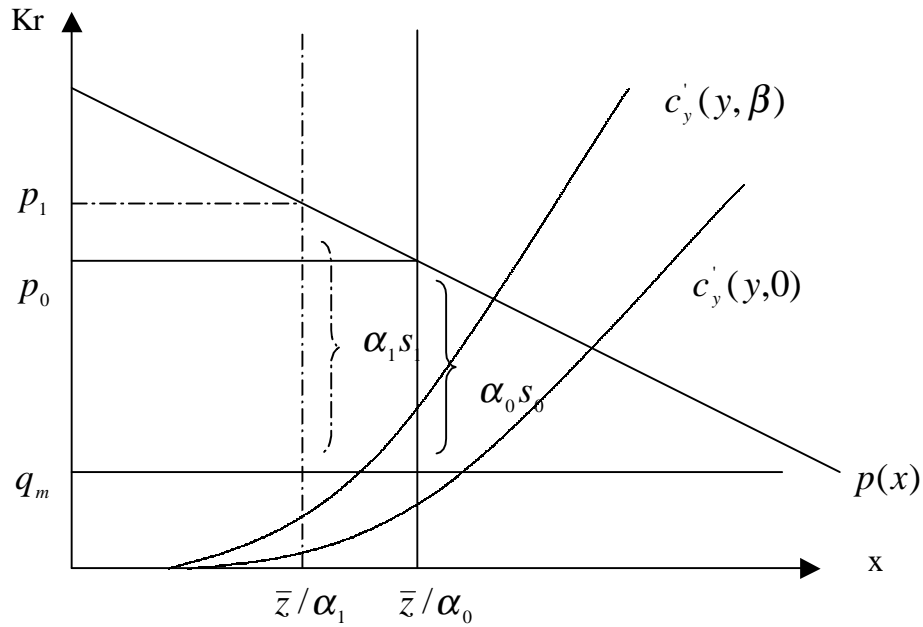
3. Endring i \bar{z}



Resultat: Ei auke i kapasiteten medfører eit skift lik endringa i z langs x-aksen for tilbodskurva. Total produksjon aukar, $z_1/\alpha > z_0/\alpha$. Den totale produksjonen aukar meir enn auken i z , noko som fører til større produksjon av konvensjonell elektrisitet og dermed høgare engrospris, $q_1 > q_0$. Den totale prisen vert redusert, $p_1 < p_0$

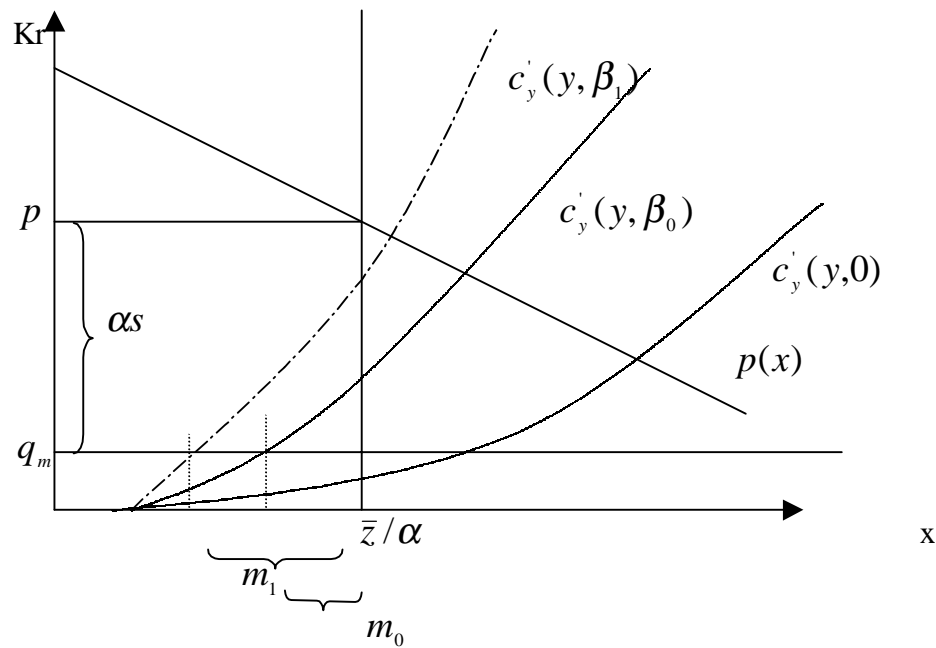
OPEN ØKONOMI

1. Endring i α



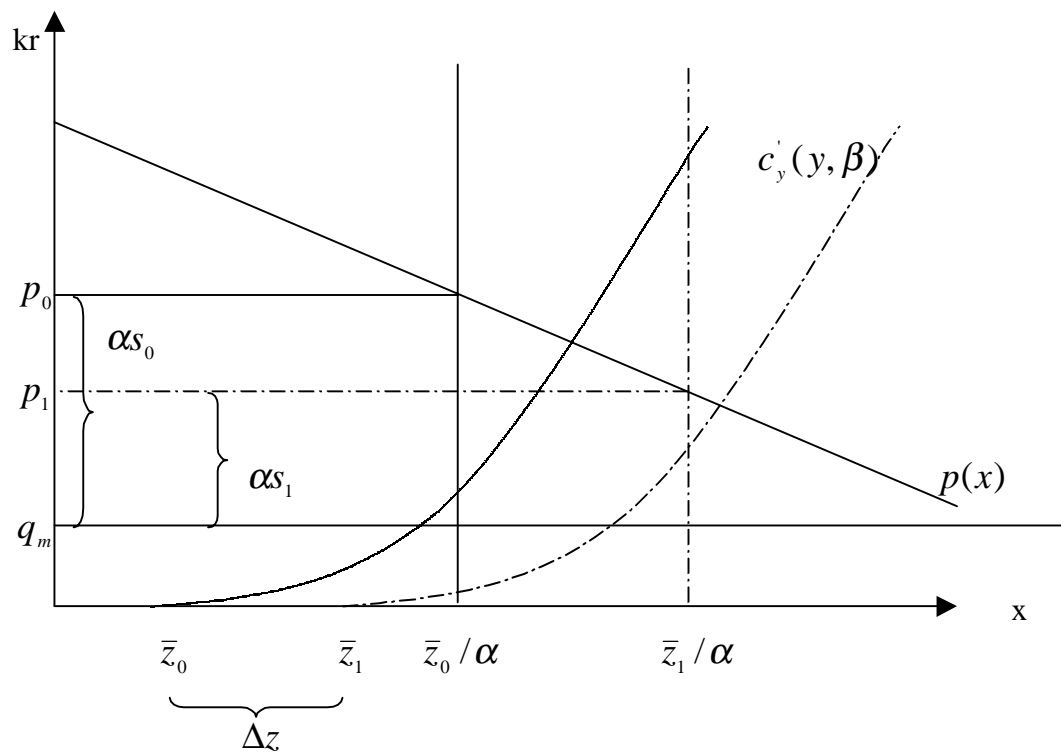
Resultat: Grensa for mogleg produksjon aukar, $z_1/\alpha > z_0/\alpha$. Engrosprisen ligg fast mens totalprisen vert mindre. Sertifikatprisen vert også mindre men fallet i denne er ikkje så stort som under ein lukka marknad fordi engrosprisen no ligg fast.

2. Endring i β



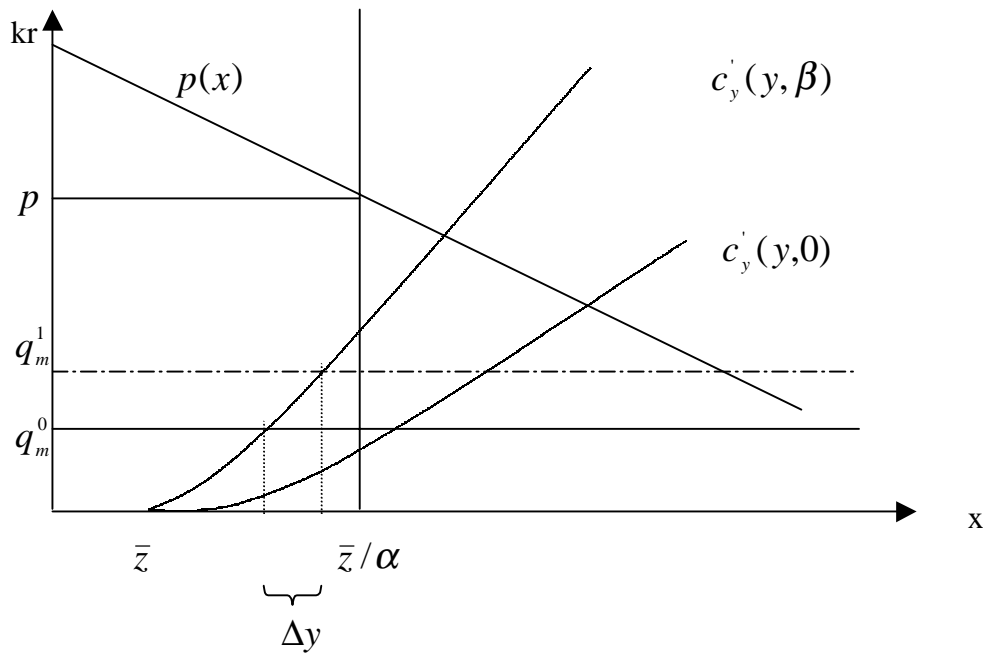
Resultat: Tilbodskurva får eit positivt skift ved ein auke i β . Totalt konsum av elektrisitet ligg fast. Produksjon av konvensjonell el vert redusert på grunn av høgare produksjonskostnader som dei ikkje kan ta få dekkja gjennom ein høgare engrospris fordi denne er gitt ved den gitte verdsmarknadsprisen på el. Pris og sertifikatpris er uendra mens import av elektrisitet aukar, $m_1 > m_0$.

4. Endring i \bar{z}



Resultat: Total konsum av elektrisitet aukar når den grønne produksjonskapasiteten aukar, $\bar{z}_1/\alpha > \bar{z}_0/\alpha$. Den innanlandske produksjonen av konvensjonell el forblir uendra på grunn av gitt engrospris. Importert mengde el aukar fordi det totale elkonsumet aukar meir enn auken i \bar{z} . Totalpris og sertifikatpris vert redusert.

5. Endring i q_m



Resultat: Ein auke i importpris medfører ein høgare innanlandsk produksjon av konvensjonell el og dermed mindre import av elektrisitet sidan det totale konsumet ikkje endrar seg. auken i importpris skjer på kostnad av sertifikatprisen sidan den totale prisen ikkje endrar seg.

Likevekt og komparativ analyse for $s = \bar{s}$ og $s = \underline{s}$ i lukka og open økonomi²

LUKKA ØKONOMI

1) $s = \bar{s}$

Likvekt:

$$p(x^*) = \alpha \bar{s} + q^*$$

$$q^* = c'(y^*, \beta)$$

$$x > \frac{\bar{z}}{\alpha}$$

Komparativ analyse

	x	y	p	q	r	s	$\Pi(z)$	$\Pi(y)$	KO
α	-	-	+	-	-	? ³	-	-	-
β	-	-	+	?	?	?	?	?	-
\bar{z}	+	+	-	+	+	?	?	+	+
	+	-	-	-	-	0	?	-	+

2) $s = \underline{s}$

Likvekt

$$p(x^*) = \alpha \underline{s} + q^*$$

$$q^* = c'(y^*, \beta)$$

$$x < \frac{\bar{z}}{\alpha}$$

Komparativ analyse

	x	y	p	q	r	s	$\Pi(z)$	$\Pi(y)$	KO
α	-	-	+	-	-	? ⁴	?	-	-
β	-	-	+	?	?	0	?	?	-
\bar{z}	+	+	-	+	+	0	+	+	+
	+	-	-	-	-	?	?	-	+

² Marknaden er lukka for handel med sertifikat.

³ Sertifikatprisen kan verte mindre enn maksimumsprisen.

⁴ Sertifikatprisen kan verte større enn minimumsprisen.

Samanlikna med den komparative analysen for $s \in (\underline{s}, \bar{s})$ har vi her fleire resultat som er usikre. Forteiknet på desse er avhengige av om sertifikatprisen framleis er $s = \bar{s}$ etter endringa i dei eksogene variablane, eller om sertifikatprisen vert pressa under maksimumsprisen, slik at $s \in (\underline{s}, \bar{s})$ etter endringa. Som i kapittel 3, er resultatet også her avhengig av funksjonsform. Eit anna punkt som er verdt å merke seg er at den eintydige positive effekten som ein strammare miljøpolitikk har på profitten til dei konvensjonelle produsentane når $s \in (\underline{s}, \bar{s})$ forsvinn når $s = \bar{s}$.

OPEN ØKONOMI

1) $s = \bar{s}$

Likevekt:

$$p(x^*) = \alpha \bar{s} + q^*$$

$$q^* = q_m = c'(y^*, \beta)$$

$$x > \frac{\bar{z}}{\alpha}$$

Komparativ analyse

	x	y	p	m	q	r	s	$\Pi(z)$	$\Pi(y)$	KO
α	-	0	+	-	0	0	?	?	0	-
β	0	-	0	+	0	+	0	0	-	0
\bar{z}	0	0	0	-	0	0	0	+	0	0
	+	0	-	?	0	0	-	?	0	0
q_m	-	+	+	-	+	+	?	?	+	-

2) $s = \underline{s}$

Likevekt

$$p(x^*) = \alpha \underline{s} + q^*$$

$$q^* = q_m = c'(y^*, \beta)$$

$$x < \frac{\bar{z}}{\alpha}$$

Komparativ analyse

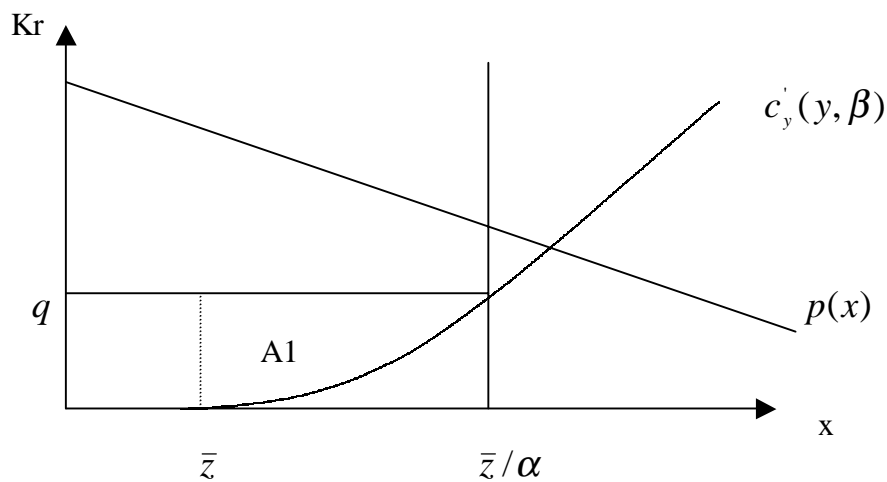
	x	y	p	m	q	r	s	$\Pi(z)$	$\Pi(y)$	KO
α	-	0	+	-	0	0	0	0	0	-
β	0	-	0	+	0	+	0	0	-	0
\bar{z}	0	0	0	-	0	0	0	+	0	0
q_m	-	+	+	-	+	+	0	+	+	-

Når $s = \bar{s}$ forsvinn dei usikre momenta ved ein auke i α . Samtidig får ein eit par endringar ved auke i produksjon av grøn elektrisitet og engrospris. Desse har aldri negative konsekvensar for dei grønne produsentane samanlikna med resultatata for $s \in (\underline{s}, \bar{s})$.

VEDLEGG 2

I dette vedlegget gjev eg eit bevis for at produsentoverskotet til dei konvensjonelle produsentane aukar ved strammare miljøkrav i ein marknad lukka for handel med elektrisitet og sertifikat når $s \in (\underline{s}, \bar{s})$, jf. 3.3. For at så skal vere tilfelle må auken i inntekta vere større enn dei auka kostnadene bedrifta vert påført ved strengare miljøkrav.

Fig.1



Problem:

Produsentoverskotet er gitt ved A1 i Fig. 1. Eg vil vise at ved ei marginal endring i β , gitt $s \in (\underline{s}, \bar{s})$, er endringa i A1 positiv, dvs. $\Delta A1 > 0$.

Når $s \in (\underline{s}, \bar{s})$ ligg produksjonskvantumet fast og er gitt som: $\bar{z}/\alpha - \bar{z}$ for dei konvensjonelle produsentane. Produsentoverskotet kan skrivast som:

$$PO(y): \quad q(\bar{z}/\alpha - \bar{z}) - \int_0^{\bar{z}/\alpha - \bar{z}} c'_y(y, \beta) dy = q(\bar{z}/\alpha - \bar{z}) - c'_y(\bar{z}/\alpha - \bar{z}, \beta) \quad (1)$$

Har:

$$(i) \quad c = c(y, \beta)$$

$$(ii) \quad q = \frac{\partial c}{\partial y}$$

$$(iii) \quad \frac{\partial c}{\partial \beta} > 0$$

$$(iv) \quad \frac{\partial}{\partial \beta} \frac{\partial c}{\partial y} > 0 \Rightarrow \frac{\partial q}{d\beta} > 0$$

$$(v) \quad \frac{\partial y}{\partial \beta} = 0$$

Endringa i produsentoverskotet til dei konvensjonelle produsentane ved ei marginal endring i β finn eg ved å derivere (1) med omsyn på β :

$$\frac{\partial(PO)}{d\beta} = \frac{\partial}{\partial \beta} \frac{\partial c}{\partial y} (\bar{z} / \alpha - \bar{z}) - \frac{\partial c}{\partial \beta} \quad (2)$$

Kostnadsfunksjonen er gitt ved:

$$c(y, \beta) = h(y) + f(y)g(\beta) \quad (3)$$

der $h', h'', g', g'', f', f'' > 0$ og $h(0) = f(0) = g(0) = 0$

Frå (3) finn eg:

$$(vi) \quad \frac{\partial c}{\partial y} = h' + f' g'$$

$$(vii) \quad \frac{\partial c}{\partial \beta} = f g'$$

$$(viii) \quad \frac{\partial}{\partial \beta} \frac{\partial c}{\partial y} = f' g'$$

Eg set (vi) – (viii) inn i (2):

$$\frac{\partial(PO)}{\partial \beta} = f'(\bar{z}/\alpha - \bar{z})g'(\beta)(\bar{z}/\alpha - \bar{z}) - f(\bar{z}/\alpha - \bar{z})g'(\beta) \quad (4)$$

Eg ønskjer å vise at endringa i overskotet er positivt:

$$g'(\beta)[f'(\bar{z}/\alpha - \bar{z})(\bar{z}/\alpha - \bar{z}) - f(\bar{z}/\alpha - \bar{z})] > 0 \quad (5)$$

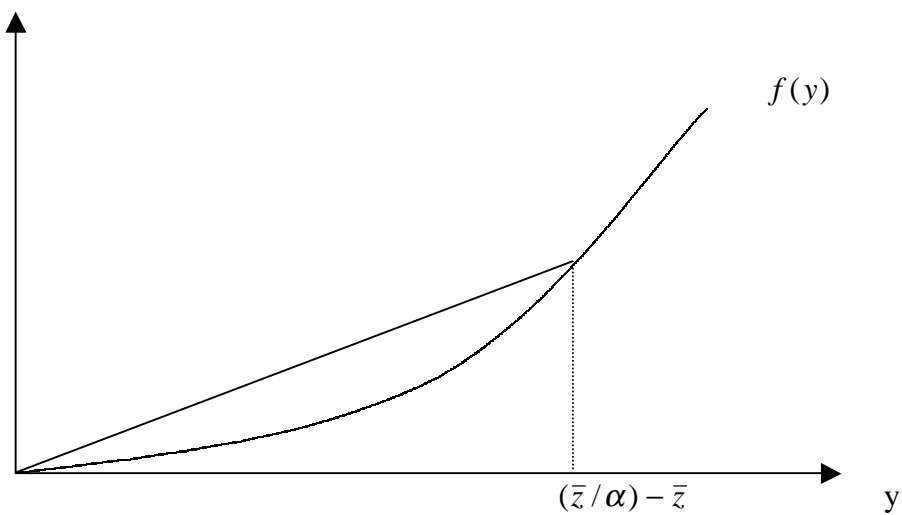
Sidan $g(\beta) > 0$ må:

$$f'(\bar{z}/\alpha - \bar{z}) > \frac{f(\bar{z}/\alpha - \bar{z})}{(\bar{z}/\alpha - \bar{z})} \quad (6)$$

Ulikskapen i (6) seier at stigningstalet til funksjonen $f(y)$ i alle punkt mellom \bar{z} og \bar{z}/α (det vil seie mellom $y=0$ og $y=\bar{z}/\alpha - \bar{z}$) må vere større enn stigningstalet til den rette linja mellom $y=0$ og $y=\bar{z}/\alpha - \bar{z}$. Dette er oppfylt med dei føresetnadene som er lagt på

kostnadsfunksjonen; $h', h'', g', f', f'' > 0$ og $f(0) = 0$, jf. Fig. 2. Dermed har eg vist at dei konvensjonelle produsentane profitterer på ein strammare miljøpolitikk.

Fig. 2



VEDLEGG 3

Fleire av resultatene funne under komparativ analyse av modellen for sertifikatmarknaden i kap. 3 og 4, har ikkje vore eintydige. Eg har argumentert for at forteiknet på dei usikre endringane er avhengig av funksjonsform. I Excel har eg kjørt komparativ analyse på fiktive funksjonar i ein modell som er lukka for handel med elektrisitet og sertifikat, der $s \in (\underline{s}, \bar{s})$ for å bygge opp under denne argumentasjonen. I dette vedlegget presenterer eg funksjonane eg har nytta og resultatene ved kjøring av modellen i Excel.

Presentasjon av funksjonane brukt i analysen

1. Den inverse etterspurnadsfunksjonen er lineær og gitt som:

$$p(x) = a - bx \quad (7)$$

2. Kostnadsfunksjonen er gitt som:

$$c(y, \beta) = \frac{1}{n} y^n + \frac{1}{m} \beta y^m \quad \text{der} \quad c'_y > 0, c''_{yy} > 0, c'_\beta > 0 \quad (8)$$

3. Den inverse tilbudsfunksjonen vert då:

$$c'_y(y, \beta) = y^{n-1} + \beta y^{m-1} \quad (9)$$

Ved kjøring av modellen i Excel har eg valt å la den inverse tilbudsfunksjonen, (9), liggje fast ved å setje $n = 3$ og $m = 2$.

Den inverse tilbodselasticiteten er gitt ved:

$$\frac{1}{\eta} = \left[1 / \left(\frac{dy}{dc} \cdot \frac{c}{y} \right) \right] = \frac{2y + \beta}{y + \beta} \quad (10)$$

Den inverse etterspurnadselastisiteten er gitt ved:

$$\frac{1}{\varepsilon} = \left[1 / \left(\frac{dx}{dp} \cdot \frac{p}{x} \right) \right] = \frac{dp}{dx} \cdot \frac{x}{p} = \frac{bx - a}{bx} \quad (III.5)$$

Eg har kjørt analyse på to inverse tilbodsfunksjonar; $(a, b) = (100, 1)$ og $(a, b) = (50, 2)$. Sistnemnde gir den mest elastiske inverse tilbodsfunksjonen.

I ein lukka modell der $s \in (\underline{s}, \bar{s})$, er endringane i Δs og $\Delta \Pi(z)$ usikre ved ei endring i α og usikker endring i $\Delta \Pi(z)$ ved endring i β , jf. den komparative analysen i 3.3.1. Eg kjørte først analyse på $(a, b) = (100, 1)$ for deretter å sjå på $(a, b) = (50, 2)$. Utgangspunktet er: $\alpha = 0.1$, $\beta = 1$, $\bar{z} = 0.5$. Eg endrar så α og z til $\alpha = 0.15$ og $z = 0.55$

Resultat

- 1) Endringane i s og $\Pi(z)$ er negative ved $(a, b) = (100, 1)$ men positive når $(a, b) = (50, 2)$. Det stadfester argumentasjonen min i 3.3.1 om at moglegheita for positive endringar i s og $\Pi(z)$ aukar når elastisiteten til dei inverse funksjonane aukar.
- 2) Det motsette er tilfellet ved ei endring i \bar{z} . Då får eg ei positiv endring i $\Pi(z)$ ved bruk av den minst elastiske inverse tilbodsfunksjonen mens endringa er negativ ved bruk av den mest elastiske inverse tilbodsfunksjonen. Alt dette er i samsvar med diskusjonen under 3.3.1.

VEDLEGG 4

I dette vedlegget går eg gjennom alle utrekningane knytt til den komparative analysen gjort under marknadsmakt i 5.2. Utrekningane som vart viste i kap. 5, vert ikkje repeterte her.

Utgangspunktet for utrekningane er:

$$1) \frac{p}{q} = \frac{1 + (1/\eta)}{1 + (1/\varepsilon)} = k = \text{konstant}$$

$$2) x = x + y$$

$$3) x = \frac{w(\alpha, \beta, z)}{\alpha}$$

Korleis ei endring i α påverkar dei andre variablane i modellen

Frå kapittel 5 kjenner eg til at:

$$a) \frac{dx}{d\alpha} = \frac{dz}{d\alpha} + \frac{dy}{d\alpha} = \frac{dy}{d\alpha}$$

$$b) \frac{dw}{d\alpha} = \frac{w(x)}{\alpha} = x > 0$$

- Endring i x

$$x = \frac{(dw/d\alpha)\alpha - w(\alpha)}{\alpha^2} = \frac{1}{\alpha}x - \frac{1}{\alpha}x = 0$$

- Endring i y

$$\frac{dy}{d\alpha} = \frac{dx}{d\alpha} = 0$$

- Endring i q

$$\frac{dq}{d\alpha} = \frac{dc'}{dy} \frac{dy}{d\alpha} = \frac{dc'}{dy} 0 = 0$$

- Endring i p

$$p(x) = kq, \text{ i optimum}$$

$$\frac{dp}{d\alpha} = k \frac{dq}{d\alpha} = 0$$

- Endring i r

$$r = c'(y, \beta) - c'(y, 0)$$

$$\frac{dr}{d\alpha} = 0$$

- Endring i s

$$s = \frac{p(x) - q}{\alpha} = \frac{q(k-1)}{\alpha}$$

$$\frac{ds}{d\alpha} = \frac{(k-1)}{\alpha^2} \left[\frac{dq}{dy} \frac{dy}{d\alpha} - q \right] = \frac{q(1-k)}{\alpha^2} < 0$$

- Endring i $\Pi(z)$

$$\Pi(z) = q\bar{z} + sw$$

$$\frac{d\Pi(z)}{d\alpha} = \frac{dq}{d\alpha} \bar{z} + \frac{ds}{d\alpha} w + s \frac{dw}{d\alpha} = 0$$

- Endring i $\Pi(y)$

$$\Pi(y) = qy - c(y, \beta)$$

$$\frac{d\Pi(y)}{d\alpha} = \frac{dq}{d\alpha} y + q \frac{dy}{d\alpha} - \frac{dc}{d\alpha} = 0$$

Korleis ei endring i β påverkar dei andre variablane i modellen;

Frå kapittel 5 veit eg at:

$$1) \frac{dx}{d\beta} = \frac{d\bar{z}}{d\beta} + \frac{dy}{d\beta} = \frac{dy}{d\beta}$$

$$2) \frac{dw}{d\beta} = \frac{\alpha k \frac{dc'}{d\beta}}{\left(\frac{dp}{dx} - k \frac{dc'}{dy}\right)} < 0$$

- Endring i x

$$x = \frac{w(\beta)}{\alpha} \Rightarrow \frac{dx}{d\beta} = \frac{dw}{d\beta} \frac{1}{\alpha} < 0$$

- Endring i y

$$\frac{dy}{d\beta} = \frac{dx}{d\beta} < 0$$

- Endring i q

$$q = c'(y, \beta)$$

$$\frac{dq}{d\beta} = \frac{dc'}{dy} \cdot \frac{dy}{d\beta} + \frac{dc'}{d\beta} = \frac{dc'}{dy} \frac{dw}{d\beta} \frac{1}{\alpha} + \frac{dc'}{d\beta} = \frac{dc'}{d\beta} \left[\frac{\frac{dp}{dx}}{\frac{dp}{dx} - k \frac{dc'}{dy}} \right] > 0$$

- Endring i p

$$p(x) = kq, \text{ i optimum}$$

$$\frac{dp}{d\beta} = \frac{dp}{dx} \frac{dx}{d\beta} = k \frac{dq}{d\beta} > 0$$

- Endring i r

$$r = c'(y, \beta) - c'(y, 0)$$

$$\frac{dr}{d\beta} > 0$$

- Endring i s

$$s = \frac{p(x) - q}{\alpha}$$

$$\frac{ds}{d\beta} = \left[\frac{dp}{d\beta} - \frac{dq}{d\beta} \right] \frac{1}{\alpha} = \left[k \frac{dq}{d\beta} - \frac{dq}{d\beta} \right] \frac{1}{\alpha} = \frac{dq}{d\beta} [k - 1] \frac{1}{\alpha} > 0$$

- Endring i $\Pi(z)$

$$\Pi(z) = q\bar{z} + sw$$

$$\frac{d\Pi(z)}{d\beta} = \frac{dq}{d\beta} \bar{z} + \frac{ds}{d\beta} w + s \frac{dw}{d\beta}$$

Totaleffekten er usikker;

1. Auka engrospris, $\frac{dq}{d\beta} > 0$ verkar positivt på profitten
2. Høgare pris på sertifikata $\frac{ds}{d\beta} > 0$ verkar også positivt på profitten.
3. Talet på sertifikat lagt ut for sal går ned, $\frac{dw}{d\beta} < 0$ og trekkjer i retning av mindre profitt.

Resultatet er avhengig av tilbod- og etterspurnadselastisitetane:

$$\Pi(w) = q\bar{z} + sw = c'(y, \beta)\bar{z} + \frac{p(x) - c'(y, \beta)}{\alpha} w = p(x)x - c'(y, \beta)y$$

$$\frac{d\Pi(w)}{d\beta} = \frac{dp}{dx} \frac{dx}{d\beta} x + p \frac{dx}{d\beta} - \left[\frac{dc'}{dy} \frac{dy}{d\beta} + \frac{dc'}{d\beta} \right] y - c' \frac{dy}{d\beta} = \frac{dx}{d\beta} \left[1 + \frac{1}{\varepsilon} \right] - \frac{dy}{d\beta} \left[1 + \frac{1}{\eta} \right] - y \frac{dc'}{d\beta}$$

Skal denne vere positiv må:

$$\frac{dx}{d\beta} \left[1 + \frac{1}{\varepsilon} \right] > \frac{dy}{d\beta} \left[1 + \frac{1}{\eta} \right] + y \frac{dc'}{d\beta}$$

- Endring i $\Pi(y)$

$$\Pi(y) = q \cdot y - c(y; \beta)$$

$$\frac{d\Pi(y)}{d\beta} = \frac{dq}{d\beta} y + q \frac{dy}{d\beta} - \frac{dc}{dy} \frac{dy}{d\beta} - \frac{dc}{d\beta} = \frac{dq}{d\beta} y - \frac{dc}{d\beta}$$

Totaleffekten er usikker;

1. Auka engrospris drar i retning av auka profitt
2. Auka kostnader verkar negativt på profitten.

Korleis ei endring i z påverkar dei andre variablane i modellen;

Eg kjenner til at:

$$1) \frac{dx}{dz} = \frac{dw}{dz} \frac{1}{\alpha} = 1 + \frac{dy}{dz}$$

$$2) \frac{dw}{dz} = \frac{(\alpha k \frac{dc'}{dy})}{(k \frac{dc'}{dy} - \frac{dp}{dx})} > 0$$

$$3) \frac{dw}{dz} < 1$$

- Endring i x

$$\frac{dx}{dz} = \frac{dw}{dz} \frac{1}{\alpha} > 0$$

I 5.2.3 fann eg at $\Delta x < \Delta z$. Dette medfører ein reduksjon i y:

- Endring i y

$$\frac{dy}{dz} = \frac{dx}{dz} - 1 = \frac{dw}{dz} \frac{1}{\alpha} - 1 < 0$$

- Endring i q

$$\frac{dq}{dz} = \frac{dc'}{dy} \frac{dy}{dz} < 0$$

- Endring i p

$$\frac{dp}{dz} = k \frac{dq}{dz} < 0$$

- Endring i r

$$\frac{dr}{dz} = < 0$$

- Endring i s

$$s = \frac{p(x) - q}{\alpha} = \frac{q(k-1)}{\alpha}$$

$$\frac{ds}{dz} = \frac{(k-1)}{\alpha} \frac{dq}{dz} < 0$$

- Endring i $\Pi(z)$

$$\Pi(z) = q \cdot z + s \cdot w = p(x)x - c'(y)y$$

$$\frac{d\Pi(w)}{dz} = \frac{dp}{dz}x + p \frac{dx}{dz} - \frac{dc'}{dz}y - c'(y) \frac{dy}{dz} = \frac{dx}{dz} \left[1 + \frac{1}{\varepsilon} \right] p(x) - \frac{dy}{dz} \left[1 + \frac{1}{\eta} \right] c'(y) > 0$$

\Rightarrow

$$\frac{1 + (1/\varepsilon) p}{1 + (1/\eta) q} > \frac{dy/dz}{dx/dz}$$

- Endring i $\Pi(y)$

$$\Pi(y) = q \cdot y - c(y, \beta)$$

$$\frac{d\Pi(y)}{dz} = \frac{dq}{dz}y + q \frac{dy}{dz} - \frac{dc}{dz} = \frac{dq}{dz}y + q \frac{dy}{dz} - \frac{dc}{dy} \frac{dy}{dz} = \frac{dq}{dz}y < 0$$

