

Samanlikning av det grønne sertifikatsystemet i England/Wales og Sverige

av

Arild Heimvik

Masteroppgåve

Masteroppgåva er levert for å fullføre graden

Master i samfunnsøkonomi

Universitetet i Bergen, Institutt for økonomi

Mai 2012

UNIVERSITETET I BERGEN



Føreord

Eg vil her nytte høvet til å takka Eirik S. Amundsen som var min veileder på oppgåva. Han har både vist interesse og gitt god rettleiing. Eg vil takke for eit godt samarbeid. Samstundes vil eg vil og gjerne rette ein takk til "Samarbeidsavtalen BKK – UiB" for tildeling av studentstipend i forbindelse med skrivinga av denne oppgåva. Til slutt må eg rette ein stor takk til mine foreldre og min flotte kjæraste. Dei har vore fantastiske støttespelarar og svært gode å ha gjennom heile prosessen med oppgåva.

Arild Heimvik, Bergen 29. mai 2012

Samandrag

Samanlikning av det grøne sertifikatsystemet i England/Wales og Sverige

av

Arild Heimvik, Master i samfunnsøkonomi

Universitetet i Bergen, 2012

Rettleiar: Eirik S. Amundsen

Problemstillinga for oppgåva har vore: *Ei samanlikning av det grøne sertifikatsystemet i England/Wales og Sverige. Korleis vil den spesielle fondsordninga med fokus på dei kvotepliktige leverandørane, slå ut på virkemåten til det britiske elsertifikatsystemet, i forhold til det svenske?*

Analysen har gått føre seg ved bruk av ein teoretisk analytisk modell som tek for seg oppbygginga og virkemåten til eit grønt sertifikatsystem. Basetilfellet var ei analyse av den svenske ordninga. Ved å modifisere modellen for å ta omsyn til den særeigne britiske fondsordninga og tilpassing frå leverandørane, utførde eg ein ny analyse for å sjå korleis det britiske sertifikatsystemet oppførde seg i forhold til det svenske. Eg utarbeida og ein enkel numerisk modell, på grunnlag av den teoretiske modellen. Denne vart brukt for sjå litt kva ein kunne forvente seg av analysen av det britiske sertifikatsystemet. I drøftinga, samanlikna eg resultatane frå analysane, og såg samstundes kort på prestasjonen til sertifikatsystema, ut i frå dei fastsette målsetningane.

Gjennom analysen fann eg at det meir komplekse britiske sertifikatsystemet ikkje makta å produsere fleire klare resultat enn det meir forenkla svenske systemet. Tvert i mot. I det svenske systemet fann eg at den svarte elektrisitetsproduksjonen ville gå ned, ved ei auke i kvotekravet. I det britiske systemet var det opphavleg ikkje mulig å trekke nokon sikre konklusjonar. Først når eg gjorde ekstra antakingar, var det mulig å sei noko ut i frå resultatane mine. Men sjølv då, var det ikkje mulig å sei noko meir enn det eg kunne frå den svenske analysen. Ingen av sertifikatordningane kunne heller garantere at auke i dei myndigheitsstyrte

parametrane i modellen ville garantere ei auke i grøn elektrisitetsproduksjon. Modellane mine viste og andelen grøn elektrisitet ville være mindre i den britiske ordninga, ved at marginalkostnadskurva for elektrisitet innehaldt ein lågare andel grøn elektrisitet enn det som var tilfellet i det svenske ordninga. Eg såg og at i likevekt, ville både tilbod og etterspurnad være lågare i den britiske sertifikatmarknaden, i forhold til det svenske. Den meir komplekse britiske sertifikatordninga såg ikkje ut til å prestere betre i den teoretiske analysen. Når det gjaldt korleis sertifikatsystema har prestert i forhold til skisserte målsetningar, var og det generelle inntrykket at det svenske systemet kom betre ut.

I arbeidet med oppgåva, nytta eg programma Excel og Scientific Workplace for å behandla likningane i den enkle numeriske modellen.

Innholdsliste

Føreord	2
Samandrag	3
Innholdsliste	5
Tabellar	7
Figurar	8
1. Innleiing	9
2. Bakgrunn	10
2.1. Kva er bakgrunnen for å innføre grønne sertifikat?	10
2.2. Generelle prinsipp for grønne sertifikat	12
2.3. Grønne sertifikat som beste alternativ?	16
2.4 Grønne sertifikat i Sverige og Storbritannia	22
3. Analyse av det svenske sertifikatsystemet	26
3.1. Faktorar og forhold i modellen	27
3.2. Objektfunksjonar og førsteordensvilkår i modellen	28
3.2.1. Leverandørane	28
3.2.2. Produsentane av elektrisitet frå ikkje – fornybare kjelder	29
3.2.3. Produsentane av elektrisitet frå fornybare kjelder	29
3.2.4. Marknaden for grønne sertifikat	30
3.2.5. Marknad for utsleppstillatingar for CO2	30
3.3. Likevektar i modellen	30
3.3.1. Sluttbrukarmarknaden	30
3.3.2. Engrosmarknaden for elektrisitet	31
3.3.3. Marknad for grønne sertifikat	31
3.3.4. Marknaden for utsleppstillatingar av CO2	32

3.4 Komparativ statikk	32
4. Meir utfyllande om den britiske fondsordninga	35
5. Analyse av det britiske sertifikatsystemet, med fokus på fondssystemet og leverandørane	40
5.1. Faktorar og forhold som er endra eller lagt til i forhold til den opphavlege modellen	40
5.2. Objektfunksjonar og førsteordensvilkår i modellen	40
5.2.1. Leverandørane	40
5.2.2. Produsentane av elektrisitet frå både ikkje – fornybare og fornybare kjelder	43
5.2.3. Marknaden for grøne sertifikat	43
5.3. Likevekter i modellen	44
5.3.1. Sluttbrukarmarknaden	44
5.3.2. Marknad for grøne sertifikat	44
5.4. Ein enkel numerisk modell	45
5.5. Komparativ statikk	50
5.5.1. Effekten av endring i ”buy – out”	51
5.5.2. Effekten av endring i kvotekravet	56
6. Drøfting	59
7. Andre moment	65
8. Konklusjon	67
Referansar	70

Tabellar

Tabell 1. Tilleggsverdien til dei grøne sertifikata i England og Wales	36
Tabell 2. Påverknad på oppfyllingsgraden (γ)	47
Tabell 3. Påverknad på tradisjonell produksjon (y)	47
Tabell 4. Påverknad på grøn produksjon (z)	47
Tabell 5. Påverknad på samla etterspurnad etter elektrisitet (x)	48
Tabell 6. Påverknad på sertifikatprisen (s)	48
Tabell 7. Prestasjonen til det svenske sertifikatsystemet	62
Tabell 8. Prestasjonen til det britiske sertifikatsystemet	64

Figurar

Figur 1. Oversikt over korleis eit system med grøne sertifikat fungerer	14
Figur 2. Del av leverandørane forplikingar som er møtt gjennom innlevering av sertifikat i Sverige og England/Wales	39

1. Innleiing

Motivasjonen for at eg vil sjå på systemet med grønne sertifikat, er at Noreg og Sverige danna ein felles marknad for grønne sertifikat, frå 1.1.2012. Dette vert då det første eksempelet på eit slikt samarbeid mellom land. Eg vart då nysgjerrig på å lære meir om grønne sertifikat.

I dette høvet kan det være interessant å vurdere design ved elsertifikatsystem. Eg kjem til å sjå på det svenske og det engelske systemet, og gjere ei samanlikning av desse. Når eg ser på det svenske, framfor det kommande svensk – norske systemet, er det to grunnar til dette. For det første, ser det ut som det svensk – norske systemet vil ligge nært opp mot det eksisterande svenske systemet. Forskjellen i design vil nok derfor ikkje være så stor. For det andre, har eg høve til å trekke inn empiri, dersom eg tek for meg det eksisterande svenske systemet. Dette kan være interessant å ha med i oppgåva.

Eg vil ha eit større fokus på den engelske sertifikatordninga. Med denne oppgåva, vil eg prøve å sei noko om korleis trekk ved det engelske designet kan slå ut i virkemåten til elsertifikatsystemet. Eg vil konsentrere meg om den spesielle engelske fondsordninga, og undersøke leverandørane og kva rolle dei kan spele. Deretter vil eg diskutere resultata eg finn opp mot virkemåten til det svenske sertifikatsystemet.

Problemstillinga mi vil være: Ei samanlikning av det grønne sertifikatsystemet i England/Wales og Sverige. Korleis vil den spesielle fondsordninga med fokus på dei kvotepliktige leverandørane, slå ut på virkemåten til det britiske elsertifikatsystemet, i forhold til det svenske?

Eg vil starte med å sjå kort på bakgrunn som kan forklare kvifor det er aktuelt å innføre ei grøn sertifikatordning. Deretter vil eg ta for meg teorien som ligg til grunn for grønne sertifikat. Først vil eg ta for meg systemet i generelle vendingar. Då det vert satt spørsmålsteikn med kor vidt ein burde innføre ordninga med grønne sertifikat, vil eg og sjå litt på denne diskusjonen. Etter dette, ser eg spesielt på korleis Sverige og England/Wales har organisert sine elsertifikatsystem.

Etter den teoretiske innføringa, kjem eg til den analytiske delen av oppgåva. Eg vil då ta for meg ein teoretisk analytisk modell. Eg vil ta utgangspunkt i modellen som er skissert i Amundsen & Mortensen (2001). Denne vil då fungere som ei modellering av korleis det

svenske sertifikatsystemet fungerer. Eg har tenkt å sjå på bruken av eit fond som gjev tilbakebetaling til dei sertifikatpliktige leverandørane. Dette er eit sentralt trekk ved det engelske systemet, og eg vil då gjere endringar i den analytiske modellen, for å ta omsyn til dette. Målet er då å få fram korleis det engelske sertifikatsystemet fungerer, gjennom dei endringane eg gjer. Eg vil og ha med ein enkel numerisk modell som er bygd på den teoretiske modellen. Dette er for å sjå litt kva eg kan forvente. Deretter vil eg diskutere dei resultatane eg får ut i frå analysane, og drøfte dei opp mot kvarande. Målet er å sjå om eg kan sei noko om det eine sertifikatsystemet kan være å føretrekkje føre det andre.

2. Bakgrunn

2.1. Kva er bakgrunnen for å innføre grøne sertifikat?

I løpet av dei seinare åra, har det vore eit stort fokus på utfordringane som er knytt til klimaendringar. Både gjennom internasjonale avtalar og nasjonale målsetningar, har samspelet mellom energi og miljø blitt ein viktig del av dagsordenen for stadig fleire land.

Ei av dei mest kjende avtalane, er Kyoto – protokollen, som vart vedteken i 1997. Avtalen sette talfesta og tidsbestemte reduksjonar på dei viktigaste klimagassane for dei industrialiserte landa. Målet med avtalen er ein reduksjon av utslepp av dei viktigaste klimagassane med 5,2 % frå 1990 – nivå. Dette skal skje over perioden 2008-2012. Kvart av industrilanda har, gjennom avtalen, fått nasjonale mål på utsleppsforpliktingar. Avtalen skulle tre i kraft, etter at land som til saman sto for 55 % av dei samla utsleppa hadde ratifisert avtalen. Dette skjedde i 2004, og avtalen tredde offisielt i kraft i 2005 (SNL, 2011).

EU har og signalisert at dei vil spele ei aktiv rolle i energi - og miljøpolitikken. I 2005 vart kvotesystemet EU-ETS, innført. Dette innebar at medlemslanda skulle være ein del av eit kvotesystem som skal kutte utslepp frå drivhusgassar, med 21 % under 2005 nivå, innan 2020. (EU, 2010a).

Eit anna omfattande verkemiddel som er lansert av EU, er den såkalla klima og energipakka. Her vert det sett ambisiøse mål, blant anna dei såkalla 20-20-20 måla. Dei tre måla kan oppsummerast i tre korte punkt, der EU, innan 2020, skal:

- Kutte drivhusgassar med minst 20 % frå 1990-nivå. EU har på dette punktet sagt seg villig til å auke utsleppskuttet opp til 30 % innan 2020, men dette vil være avhengig av

at andre land med høgt utslepp, forpliktar seg til å gjere sin del i ein framtidig klimaavtale.

- Auke bruken av fornybar energi til 20 % av samla energikonsum.
- Kutte energikonsumet med 20 % av forventa 2020 nivå, gjennom auka energieffektivisering.

(EU, 2010a, EU 2010b).

Fornybardirektivet er eit anna verkemiddel som er lansert av EU. Det må sjåast i samanheng med dei andre målsetningane som eg nemnte i førre avsnitt. Direktivet set forpliktande mål for dei ulike medlemsstatane. Desse skal føre til at ein oppnår minst 20 % av energi frå fornybare kjelder i endeleg energikonsum, innan 2020. Samstundes skal kvart av medlemslanda sørge for at minst 10 % av endeleg konsum av energi i transportsektoren, kjem frå fornybare kjelder (EU, 2009).

I EUs fornybardirektiv er det lista opp fleire sentrale grunnar for å satse på fornybar energi. Her koplar ein satsinga på fornybar energi opp mot klimautfordringane som verda står ovanfor. Det vert hevda at auka bruk av fornybar energi og effektivisering av energibruken vil være viktige tiltak for reduserte utslepp av drivhusgassar. Samstundes vil ein ved hjelp av desse verkemidla, kunne sikre betre vilkår for forskning på nye energikjelder. Ved å satse på fornybar energi, kan myndigheitene og legge til rette for utvikling av ny industri. Det kan skape høve for sysselsetjing innanfor ei næring som myndigheitene ser med blide auge på. Dette kan komme mindre utvikla og isolerte regionar til gode. Fleire land er avhengige av import av energi frå politisk ustabile regime. Gassleveransar frå Russland er eit eksempel på dette. Direktivet trekk fram at ei satsing på fornybar energi kan auke forsyningstryggleiken av energi, ved at ein gjer seg mindre avhengig av import av fossil energi frå ustabile regime. Satsinga på fornybar energi, bør og koplast med ei effektivisering av energibruken (EU, 2009).

Både Sverige og Storbritannia er omfatta av erklæringane og målsetningane som er nemnd ovanfor. Begge landa har dermed forplikta seg til å gjere ein innsats for utbygging av fornybar energi. Det viktigaste instrumentet for å fremje fornybar energi i både Storbritannia og Sverige, er innføringa av grøne sertifikat. Sjølv om desse ordningane ikkje vart innført som ein konsekvens av fornybardirektivet til EU, vil dei likevel være viktige tiltak. Dei vil være instrument som kan brukast til å oppnå forpliktinga som er skissert i fornybardirektivet.

Sverige skal i følge direktivet, auke sin del av endeleg konsum av energi frå fornybare kjelder, frå 2005 – nivået på 39,8 %, til 49 % innan 2020. For Storbritannia sin del, er målet 15 % innan 2020. Dette er ei auke på 13,7 prosentpoeng frå 1,3 % i 2005 (EU, 2009).

Utbygging av fornybar energi vert, som skissert i førre avsnitt, rekna å ha fleire positive effektar, slik at ei ordning med grøne sertifikat og vil kunne slå positivt ut på fleire område.

2.2. Generelle prinsipp for grøne sertifikat

Før ein går vidare, kan det være greitt å avklare kva eit grønt sertifikat er. Kva er prinsippa bak ordninga, og korleis fungerer dette verkemiddelet? Seinare i oppgåva vil eg sjå nærare på den spesifikke organiseringa av sertifikatordninga i både Sverige og Storbritannia.

Grøne sertifikat er eit instrument som har som mål å auke omfanget av grøne teknologiar i energiproduksjonen. Ordninga skal sikre at den fornybare delen av energiproduksjonen aukar. Med energi, kan det være snakk om elektrisitet, varme, eller noko anna. Sidan sertifikatordningane i Sverige og Storbritannia omfattar elektrisitet, vil det være elektrisitet som er hovudfokuset i denne delen.

Når ein snakkar om fornybar energi, fins det fleire måtar å definere dette på. Når ein snakkar om energi frå fornybare resursar i EUs fornybardirektiv, er dette definert i artikkel 2a, som: "energy from renewable non – fossil sources, namely wind, solar, aerothermal, geothermal, hydrothermal and ocean energy, hydropower, biomass, landfill gas, sewage treatment plant gas and biogases" (EU, 2009, s: 27).

Ei ordning med grøne sertifikat fungerer ved at produsentane av fornybar energi får tildelt grøne sertifikat i forhold til mengda fornybar energi dei produserer. For å skape ein marknad for sertifikata, vert det innført ei kvoteplikt, der forbrukarar eller leverandørane, vert forplikta til å holde grøne sertifikat for ein viss del av straumen dei forbruker/seljer. Dette er det såkalla kvotekravet (Bye et.al., 2002). Grøne sertifikat er ei marknadsbasert kvantumsordning, der myndigheitene set eit bestemt kvotekrav som aktørane i ordninga skal oppnå. Sertifikatprisen skal då tilpasse seg i marknaden.

I teorien kan ein legge kvoteplikta på anten produsentane, leverandørane eller konsumentane. Men sidan det vanlegaste er at kvoteplikta vert lagd på leverandørane av straum, vil eg gå ut i frå dette (Haas et al., 2011). Den ekstra kostnaden som kjem av sertifikatplikta, sender

leverandørane vidare til kundane, ved at sluttbrukarprisen består av både prisen på straum og ein del av prisen på sertifikatata. På denne måten bidreg kundane til utbygging av meir fornybar energi (Bye et al., 2002). For å oppfylle kvoteplikta si, må leverandørane annullere/levere inn nødvendig tal på sertifikat, ved slutten av kvar kvoteperiode. Dette er ein tidsbestemt periode som gjerne er på eit år. Når sertifikatata er annullert, kan dei ikkje brukast om att. Då må dei kvotepliktige skaffe inn nye sertifikat for å oppfylle forpliktinga for neste periode. Mengda sertifikat som skal annullerast, vert rekna ut ved at dei kvotepliktige, oppgjev informasjon om omsatt og anvendt kraftmengde til myndighetene, ved slutten av kvar periode. Ein må då annullere sertifikat for den aktuelle perioden ut i frå dette (Svenska Energimyndigheten, 2011).

Produsentane av fornybar energi får altså tildelt sertifikat ut i frå kor mykje dei produserer. Dei får då eit sertifikat for kvar eining, gjerne kvar megawatt time (MWh). Ordninga med grøne sertifikat gjev produsentane av fornybar energi ei ekstra inntektskjelde. Forutan om produsentprisen på straum, får dei eit ekstra tilskot frå dei grøne sertifikatata som dei kvotepliktige leverandørane må kjøpe. Dette tilskotet kan då brukast for å sikre vidare investering og utbygging av energi frå fornybare kjelder (Bye et al., 2002). Definisjonen av energi frå fornybare kjelder, frå EUs fornybardirektiv, omtalar hovudsakleg dei typane teknologi som kvalifiserer til støtte under ei sertifikatordning.

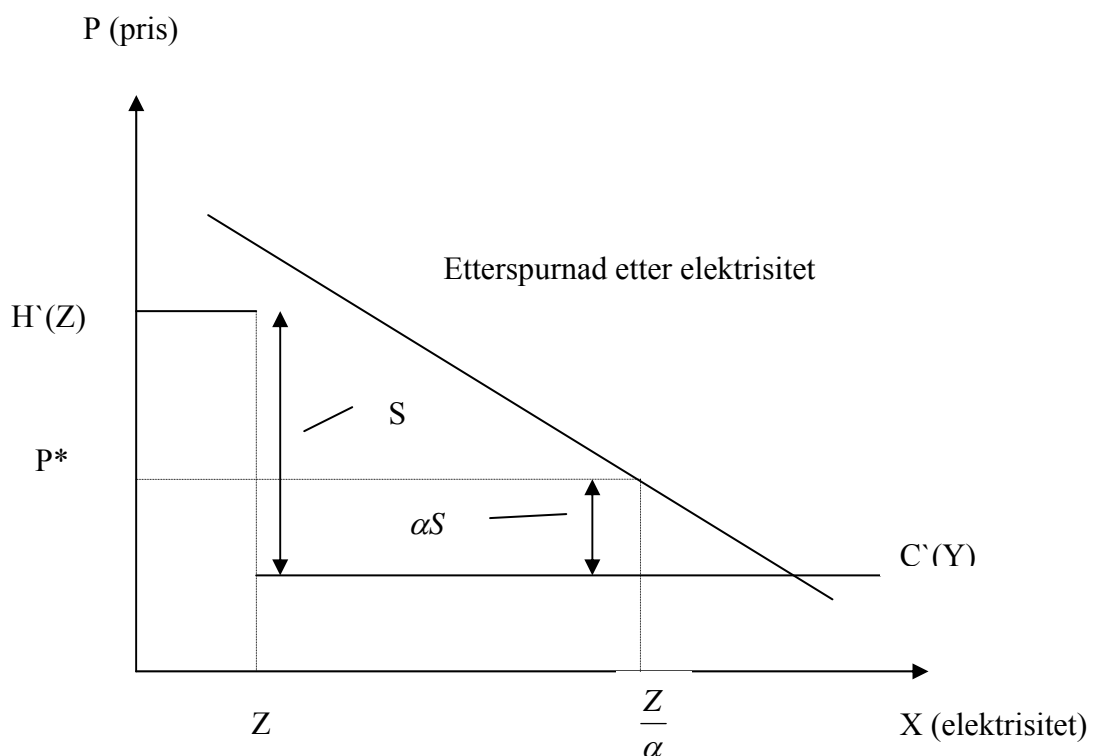
Då eg går ut i frå at det er leverandørane som er dei kvotepliktige, er det desse som skapar marknaden for sertifikatata. Det grøne kvotekravet som dei må oppfylle, gir sertifikatata verdi. Det grøne sertifikatet er altså eit bevis som viser at det er produsert ein viss mengde fornybar energi (Bye et al., 2002).

For å sikre seg at marknaden for grøne sertifikat fungerer i praksis, er det viktig å ha på plass mekanismar som kan hjelpe til med å oppfylle kvotekravet. Ein opererer då med ein straffemekanisme i form av ein bot. Denne vert då pålagd for kvart av sertifikatata som ikkje er levert inn, for at kvoteplikta skal være oppfylt. Det er to måtar å gjere dette på. Anten kan ein bruke ein fast pris pr. sertifikat, ein flytande pris. Denne kan være basert på eit gjennomsnitt som er rekna over ein bestemt periode. Forutan å fungere som ein straff for dei kvotepliktige som ikkje oppfyller kvoten sin, vil og ein slik straffereaksjon fungere som ein makspris på sertifikatata. Dette vil då sikre at det ikkje vert for store ekstrakostnadar for straumkundane.

Når ein vel å introdusere ein marknad for grøne sertifikat, vil ein skape rammer som skal gjerer det meir attraktivt å investere i fornybar energi. Målet er og å redusere kostnadane slik at ein kan få til ei større satsing på fornybar energi, utan at den økonomiske byrden for samfunnet vert for stor. For å sikre seg at ein oppnår kostnadseffektivitet, skal systemet løfte fram dei mest effektive typane teknologi. Ein vil då skape ein konkurranse mellom produsentar av fornybar energi. Dette skal sikre at sertifikatprisen, gjennom kvotekravet, avspeglar den faktiske kostnadsforskjellen mellom grøn energi, frå fornybare kjelder, og meir etablert svart energi. Ein vil og få fram kva for eit kostnadsnivå som må til for å kunne etablere seg på marknaden for grøn energi (Bye et al., 2002).

I figur 1, vert det vist korleis eit system med grøne sertifikat fungerer. Figuren er utforma på bakgrunn av Amundsen og Mortensen (2001).

Figur 1. Oversikt over korleis eit system med grøne sertifikat fungerer



X står for all elektrisitet. Dette inkluderer både grøn og svart elektrisitet. For å forenkle, er grensekostnadane til begge typane elektrisitet, sett til å være konstante. Grensekostnadane for

høvesvis grøn og svart elektrisitet, er $H'(Z)$ og $C'(Y)$. Grensekostnadane er dei deriverte av dei totale kostnadane. Z står her for produksjon av elektrisitet frå fornybare kjelder, medan Y er produksjonen av elektrisitet frå tradisjonelle kjelder. Grensekostnaden for svart elektrisitet er sett til å være lik engrosprisen på elektrisitet, som er lik q . På same måte vert grensekostnaden for grøn elektrisitet sett lik summen av engrosprisen på elektrisitet og prisen på elsertifikat. Dette vert lik $q + S$, der S står for sertifikatprisen. Når det gjeld etterspurnaden etter elektrisitet, er denne lineær og fallande med pris.

Kvotekravet for leverandørane er gitt ved α . Ein føresetnad er at kvotekravet fungerer som ein beskrankning på samla elektrisitetsforbruk. Dette skjer ved at det samla talet på elsertifikat er avgrensa av den totale kapasiteten til dei grønne produsentane. Dette tyder då at dersom kvotekravet er på 20%, vil samla elektrisitetsforbruk være fem gonger så stort som produsert mengde grøn elektrisitet. Sluttbrukarprisen for straumkundane er lik P^* .

Ut i frå figur 1, ser ein at det er ein forskjell mellom grensekostnadane for elektrisitet som er produsert i frå fornybare kjelder, i forhold til elektrisitet som er produsert frå tradisjonelle kjelder. Sertifikatprisen avspeglar forskjellen i grensekostnad, mellom grøn og svart elektrisitet. For å få elektrisitet frå fornybare kjelder inn i marknaden, må då produsentane av grøn elektrisitet bli kompensert, slik at den elektrisiteten dei produserer, kan konkurrere på marknaden. Tilskotet dei får, kjem i form av grønne sertifikat for kvar MWh dei produserer.

Etterspurnaden etter sertifikat vert gitt ved kvoteplikta til leverandørane. Denne kvoteplikta er gitt som ein del av samla elektrisitetsforbruk, og kan då skrivast som αX . Tilbodet vil være produksjonen av elektrisitet frå fornybare kjelder, som er lik Z . Ein likevekt mellom tilbod og etterspurnad vert lik $Z = \alpha X$. Ved å flytte litt rundt på dette uttrykket, kan ein finne etterspurnaden etter elektrisitet når leverandørane har eit kvotekrav for grøn elektrisitet. Dette

$$\text{vert lik } X = \frac{Z}{\alpha}$$

I figur 1, ser ein at sluttbrukarprisen vil ligge ein stad mellom grensekostnadane for grøn og svart elektrisitet. Sluttbrukarprisen vil være ein lineær samansetning av prisane på dei to typene elektrisitet. Denne prissamansetninga avhenger av kvotekravet, og er lik

$$P^* = \alpha H'(Z) + (1 - \alpha)C'(Y)$$

$$P^* = \alpha(q + S) + (1 - \alpha)q$$

$$P^* = \alpha q + \alpha S + q - \alpha q$$

$$P^* = \alpha S + q$$

Sluttbrukerprisen vert då den vertikale avstanden frå punktet $\frac{Z}{\alpha}$, på den horisontale aksa, og den fallande etterspurnadskurva.

Dersom det ikkje hadde vore noko produksjon av fornybar elektrisitet, ville likevekta vore der grensekostnadane for tradisjonell elektrisitet kryssar etterspurnaden etter elektrisitet. Samla kvantum av elektrisitet ville då berre bestått av tradisjonell svart elektrisitet.

Det er fleire land som i dag brukar grøne sertifikat. Forutan om Sverige og Storbritannia, kan ein finne ordninga i blant anna Italia, Belgia, Polen, Romania og fleire amerikanske statar (Haas et al., 2011). Sjølv om det er ein del variasjon i organiseringa i dei ulike landa, er ordningane bygd opp rundt dei prinsippa eg har skissert.

2.3. Grøne sertifikat som beste alternativ?

Det er gjerne fleire ulike grunnar til at ein vil fremje fornybar energi. Desse vart presisert i EUs fornybardirektiv, der auka bruk av fornybar energi vert sett på som eit viktig verkemiddel i kampen mot klimautfordringane. Satsing på fornybar energi kan være bra på fleire måtar. Blant anna kan det føre til redusert utslepp av drivhusgassar, redusert avhengighet av forureinande fossilt brennstoff, auka leveringstryggleik og høve for økonomisk vekst og auka sysselsetjing (EU, 2009).

I velferdsøkonomi vert det hevda at dersom marknaden fungerer perfekt, vil det ikkje være behov for staten å gripe inn for å rette opp i eventuelle skeivheiter. Det er fleire føresetnadar som må være til stades for at ein kan snakke om ein perfekt marknad. Det må være marknader for alle varer og tenester som vert produsert og konsumert. Samstundes må alle desse marknadane være gitt ved perfekt konkurranse. Alle aktørar har perfekt informasjon og er ute etter å maksimere eiga velferd. Til slutt, må alle varer og tenester være private gode, og det må være etablert eigedomsrett for goda (Perman et al., 2003, s: 124).

I praksis er det slik at ein eller fleire av dei ideelle føresetnadane ikkje vil halde. Ein kan då ikkje forvente at marknaden vil fungere optimalt. Staten har då behov for verkemiddel som kan korrigere marknadsfeil. Det optimale vil være eit såkalla "first – best" verkemiddel. Ved for eksempel ein negativ ekstern effekt som forureining, kan ei utsleppsavgift eller ei kvoteordning være eksempel på eit "first – best" verkemiddel. Dersom det eksisterer ein marknadsfeil vil eit slikt verkemiddel føre den største økonomiske effektiviteten ein kan oppnå. Men dette vil ofte ikkje være mulig i praksis. Eit viktig resultat innan velferdsøkonomi, er då det såkalla "second – best" teoremet. Dersom ein prøver å rette ein av fleire marknadsfeil som om det var den einaste, fører ikkje dette nødvendigvis til auka effektivitet. Ein må ta omsyn til at det fins fleire marknadsfeil, og at ikkje alle kan korrigerast. Verkemidla som myndigheitene då kan bruka, vert klassifisert som "second – best". Desse vil ikkje være like effektive som "first – best" verkemiddel, men dei utgjør det beste myndigheitene kan gjere (Perman et al., 2003, s: 142). For at dei tiltaka som vert implementert skal være effektive, må dei være tilpassa dei måla ein vil oppnå. Det fins fleire ulike mål for energi og miljøpolitikken, og det er ikkje gitt at grøne sertifikat vil være det beste verkemiddelet.

Eit argument for grøne sertifikat, er at det kan være eit verkemiddel for å redusere forureining, og særleg utsleppet av klimagassar. Tanken er då at ei auke i tilgangen på fornybar energi vil kunne erstatte energi som kjem frå fossilt brennstoff. Ved å auke produksjonen og bruken av fornybar energi, vil ein redusere behovet for forureinande energikjelder, som olje og gass. Spørsmålet er om grøne sertifikat vil være det beste verkemiddelet for å nå dette målet. Sertifikatorordninga vil fungere som eit indirekte verkemiddel, noko som og vert presisert av Bøhringer og Rosendahl (2009). I økonomisk teori er gjerne dei føretrekte verkemidla skatt eller utsleppskvoter. Ved å internalisere den negative eksternaliteten ved forureining, kan ein oppnå ei kostnadseffektiv løysing, som kan rette opp skeivheten skapt av eksternaliteten. Produsentane av svart energi må då ta omsyn til dei negative eksternalitetene dei skapar og innrette seg (Bye, 2009). I EU er det innført ei kvoteordning som omfatar medlemslanda. Då ei kvoteordning er på plass, ville det ikkje være betre å bygge på denne, framfor å introdusere nye tiltak, som grøne sertifikat? Ein grunn for å innføre ei så spesifikk ordning som grøne sertifikat, kan være at politikarane vil vise handlekraft, og innføre spesialiserte tiltak. Men sjølv om ein har eit bestemt mål, med tanke på utsleppsreduksjon, er det ikkje gitt at ein oppfyller målsetninga meir effektivt, ved å innføre fleire instrument. Fordelen med ein utsleppsskatt eller ei kvoteordning, er at desse verkar direkte og er oversiktlege (Bye, 2009).

Men skattar kan være politiske upopulære, og sjølv om det kan være enklare å subsidiere tiltak som vert sett på som positive, må ein finne midlar til å subsidiere med. Ei sertifikatordning kan då være attraktiv, ved at staten ikkje legg på ein ny skatt, eller innfører ei subsidieordning som krev offentlege tilskot som må finansierast over statsbudsjettet (Bye & Bruvoll, 2008).

Ein kan og spørje seg kor effektive grøne sertifikat er for å redusere klimagassutslepp, når det vert brukt saman med ei kvoteordning. I Amundsen (2009), vert det peika på at dersom ei sertifikatordning hadde ført til mindre forureining innanlands, vil ikkje dette ha noko å sei for dei samla utsleppa av klimagassar. Dersom utsleppet av klimagassar går ned i eit land, vil dette og redusere dette landets etterspurnad etter kvoter. Effekten vert då at den reduserte etterspurnaden etter kvotar, vil senka prisen på kvotane. Det vert då meir lønsamt for andre å kjøpe desse kvotane, slik at dei samla utsleppa av klimagassar ikkje går ned. Dette er tilfellet så lenge det samla talet på kvotar er uendra. Ein kan oppleve at forureinande utslepp kan gå ned i det landet som bygger ut kapasiteten av fornybar energi. Men dette vil berre skje dersom den fornybare energien fortrenger bruken av fossil energi. Den same logikken vil og gjelde, om eit land får eit kraftoverskot som følgje av satsinga på fornybar energi, og eksporterer til andre land som er omfatta av kvotesystemet. Sidan det einaste som vil endre dei samla utsleppa vil være færre utsleppstillatingar, vil det være meir verknadsfullt å skaffe seg kvotar, og ta desse ut av marknaden (Amundsen, 2009). Bøhringer og Rosendahl (2010), er og kritiske til kombinasjonen av utsleppstillatingar og grøne sertifikat. Dei peikar på at sjølv om total svart kraftproduksjon kan gå ned ved bruk av grøne sertifikat, kan resultatet og bli at dei mest forureinande produsentane faktisk aukar sin produksjon. Grøne sertifikat kan gjere det mindre lønsamt for produsentar av tradisjonell energi. Men viss det og eksisterer ei kvoteordning, vil redusert svart kraftproduksjon senke sertifikatprisen. Dette vil komme dei mest forureinande produsentane til gode, som då vil kunne produsere meir.

Kan grøne sertifikat være eit bra verkemiddel for å sikre satsing på forskning og utvikling på nye typar fornybar energi? Forsking og utvikling kan seiast å ha positive eksterne effektar. Då vil forskingsnivået være for lågt, dersom ein overlet det til private aktørar. Dette talar for at myndigheitene burde gripe inn og stimulere til auka innsats (Amundsen, 2009). Dersom ein brukar sertifikat som verkemiddel for å oppnå dette, kan ein sikre at ny fornybar produksjon vert realisert, noko som talar i favør sertifikata. Men det er viktig å sjå at ei sertifikatordning her vil ha ein indirekte påverknad. Å bygge ut meir fornybar energi er ikkje nødvendigvis det

same som å satse på forskning for å framheve uferdige teknologiar. Dersom sertifikatordninga er teknologinøytral, vil ein inkludere alle grøne teknologiar. Men dersom ein ikkje har differensiering av korleis sertifikata vert delt ut til produsentane, vil ikkje dette favorisere forskning og utvikling (Hagem & Rosendahl, 2011). Ein vil då fremje produksjon frå dei typane teknologi som er nærast til å kunne konkurrere med tradisjonelle formar for energi. Dette vil kunne sikre kostnadseffektivitet, men dei typane energi som har behov for meir forskning for å kunne realiserast, vil ikkje komme inn på marknaden (Bye et al., 2002). Ein betre måte å fremje forskning og utvikling, kan då være å gå meir direkte til verks, ved å løyve midlar til forskning, framfor å satse på storskala produksjon av nye teknologiar. Ei sertifikatordning vil være eit upresist verkemiddel for å auke omfanget at forskning og utvikling på fornybar energi (Amundsen, 2009, Hagem & Rosendahl, 2011).

Er det slik at innføring av grøne sertifikat vert sett på som eit mål i seg sjølv? Sidan ordninga skal fremje utbygging av fornybar energi, vil det då være ei målsetning å bygge ut så mykje fornybart som mulig? Dette er nok lite sannsynleg, sidan det er knytt store kostnadar til utbygging, både økonomisk, og ved den påverknaden det har på naturen. Dette gjeld særleg store anlegg som vindkraft og vasskraft. Slike utbyggingar møter ofte folkeleg motstand, då dei fører til store inngrep, i ofte uberørt natur.

Dersom eiga fornybar produksjon er høg, kan det lette behovet for kraftimport. Ei auka utbygging av fornybar energi, kan då være positivt for dei landa som er avhengige av kraftimport frå tradisjonelle kjelder. Det er og gjerne knytt ein del uvisse til import av fossilt brensel, som olje, frå land utanfor Europa. Satsing på fornybar energi kan då sjåast som eit tiltak for å redusere importavhengigheten av energi, samstundes som det kan brukast i kampen mot klimaproblematikken (Bøhringer & Rosendahl, 2009). Sikring av energileveranse og redusert avhengighet av fossile energikjelder vert og framsett som eit viktig mål i EUs fornybardirektiv (EU, 2009). Men det er ikkje gitt at utbygging av ny fornybar energi vil være den beste løysinga på problemet med forsyningstryggleik. Det eigentlege problemet er vel at det er knytt uvisse til levering av energi frå andre land. Eit eksempel er naturgass frå Russland. Auka produksjon av energi frå fornybare kjelder vil være ei indirekte løysing. Eit meir direkte verkemiddel kunne då vore å legge avgifter på import av energi frå ustabile land (Amundsen, 2009).

Sjølv om det er ikkje myndigheitene som skal fremje økonomisk vekst i eit land, kan dei være med og legge til rette for dette. Ei ordning med grøne sertifikat kan då være ein måte å stimulere ei næring som politikarane meiner det er bra å satse på. Dersom det er eit ønske om at ein burde bygge ut ein industri rundt fornybar energi, som attpåtil kan komme mindre utvikla regionar til gode, kan dette forklare kvifor fleire land vil satse på fornybar energi

Når det gjeld evna til å fremje ny produksjon av fornybar energi, er det ikkje gitt at grøne sertifikat er det beste instrumentet. I Amundsen og Mortensen (2001) og Amundsen og Nese (2009), der ein kombinerer både grøne sertifikat og kvotar, vert det vist at ei auke i den grøne kvoteplikta ikkje garantert vil føre til ein auke i produksjonen av grøn elektrisitet. Men det vil føre til ein redusert produksjon av svart elektrisitet. Det einaste som då kan garanterast, er at delen grøn elektrisitet ut av det totale elektrisitetskonsumet vil gå opp.

Ei ordning med grøne sertifikat, inneber og bruk av øyremerking. Tilskota som grøne produsentar får, vert finansiert av straumkundane, samt produsentane av svart elektrisitet. Øyremerking av inntekter er ikkje uvanleg praksis blant politikarar rundt om i verda. Men det er ikkje mykje støtte for øyremerking i økonomisk teori. Dei største ankepunkta mot øyremerking vert nemnd av Deran (1965, referert i McCleary, 1991), og er at øyremerking hindrar optimal allokking av resursar. Dette kan føre til effektivitetstap. Øyremerking hindrar og ein effektiv budsjettkontroll, og går på kostnad av den makta og skjønnsutøvinga til den lovgjevande og den utøvande makta. Det fører og til redusert fleksibilitet i budsjettarbeidet. Endringar kan berre komme etter eit tidsetterslep, samt at øyremerka program kan mota midlar sjølv når dei ikkje lenger har tilstrekkeleg nytteverdi.

Økonomar kan då være meir interessert i å finansiere utgiftar, som tilskot til grøne produsentar på eit anna vis. Dette kan då for eksempel skje på ved å bruke inntekter frå avgiftar og skattlegging til å dekke ugiftar. Eit mål er gjerne at ein vil skape minst mulig vridingar i økonomien. Ein måte å sikre dette på, er ved å pålegge ein såkalla "lump sum" skatt. Skattebeløpet vert då likt for alle. Inntekter frå ei slik skattlegging kan då brukast til å finansiera tilskota til dei grøne produsentane. Men dette er vanskeleg å få til i praksis, blant anna fordi ei slik skattlegging ikkje tek omsyn til at betalingsevna til skatteytarane er svært ulik. Ein "lump sum" skatt vert gjerne betrakta som urettferdig.

Sjølv om samfunnsøkonomisk teori ikkje talar for bruken av øyremerking, fins det likevel forklaringar for bruken av denne ordninga. Øyremerking av inntekter frå miljøavgifter kan dempe motstanden mot innføringa av avgiftene. Det er gjerne slik at avgiftar lettare vert akseptert dersom inntektene frå dei vert brukt i den same sektoren som avgifta er pålagd. Kallbekken (2012) trekk og fram øyremerking når han vurderer kor vidt klimapolitikk er politisk gjennomførbart. Det er ofte motstand mot nye avgifter, og øyremerking vert då populært sidan det verkar å auke den forventede miljøeffekten. Sidan det er ei politisk utfordring å få gjennomført klimatiltak, samt at dei kan føre til høge kostnader, kan det kanskje i nokre tilfeller fungere betre å bruke ikkje – optimale verkemiddel.

Det fins og nokre argument for øyremerking. Desse vert presentert av Deran (1965, referert i McCleary, 1991). Argumenta går ut på at øyremerking sikrar minimumsnivå for program som myndighetene finn verdifulle. Ein kan då unngå langvarig tautrekking om hensiktsmessig finansieringsnivå. Øyremerking kan og sikra stabilitet og kontinuitet i finansieringa. Ved å kople saman skattlegging og finansiering, kan øyremerking og dempe motstanden mot skattlegginga, samt hjelpe til med å skape nye inntektskjelder. Ved øyremerking av midlar kan ein og skape ei kopling mellom dei som betalar avgiftene og dei som nyt godt av dei øyremerkte midla. Men i praksis er det ikkje gitt at denne koplinga faktisk er veldig sterk.

Det kan og være greitt å merke seg at det går ein debatt om kva verkemiddel som best fremjar produksjon av fornybar energi. Eit sentralt skilje går på om ein skal bruke grøne sertifikat eller såkalla ”feed – in” tariffar. I prinsippet, fungerer ”feed – in” tariffar ved at produsentane av fornybar energi får tildelt eit tilskot som skal reflektere dei eksterne kostnadane ved konvensjonell energiproduksjon. Målet er då at fornybar energi skal kunne komme seg raskt inn på marknaden, og kunne konkurrere mot dei etablerte typane energi. Tilskotet skal og reflektere kva energitype det er snakk om, slik at dei teknologiane med mest behov for støtte, vil få eit relativt høgare tilskot. Dette støttesystemet fører og til at myndighetene ikkje treng å setje eit bestemt kvotekrav, samstundes som det ikkje er behov for å opprette ein separat marknad for grøne sertifikat (Haas et al., 2011). Eg vil ikkje gå inn i diskusjonen om kva verkemiddel som best fremjar fornybar energiproduksjon, av grøne sertifikat og ”feed – in” tariffar, men dette vert tatt opp av blant andre Held, Haas & Ragwitz (2006), Mitchell, Bauknecht & Connor (2006), Ringel (2006), Lipp (2007) og Haas et al., (2011).

2.4 Grøne sertifikat i Sverige og Storbritannia

Både Sverige og Storbritannia har erfaring med grønne sertifikat, då ordninga har vore i bruk i begge landa sidan starten av 2000 – talet. I Sverige vart grønne sertifikat innført i mai 2003. Etter planen skal ordninga fasast ut i 2035. (Svenska Energimyndigheten, 2011). I Storbritannia heiter ordninga med grønne sertifikat Renewables Obligation (RO), og vart innført på ulike tidspunkt i dei ulike delane av unionen. England og Wales har same ordninga og her vart grønne sertifikat innført i april 2002. På same tidspunkt vart ordninga og innført i Skottland, medan Nord – Irland innførte sertifikatsystemet i 2005 (OFGEM, 2011). Sidan det fins nokre forskjellar mellom ordningane inne i Storbritannia, vil eg avgrensa og konsentrera meg om systemet slik det vert praktisert i England og Wales. Det er snakk om mindre forskjellar, slik at det ikkje vil ha nokre konsekvensar, men eg vil ha det som utgangspunkt når eg diskuterer designet på grønne sertifikat i Storbritannia. Sertifikatordninga Storbritannia var opphavleg meint å opphøyre i 2027, men dette vart utvida med ti år i 2010, slik at ordninga no skal fasast ut i 2037 (The Renewables Obligation (Amendment) Order, 2010). Sidan sertifikatordninga i både Sverige og Storbritannia omhandlar elektrisitet, vil eg bruke omgrepa grønne sertifikat og elsertifikat om kvarandre.

Sjølv om elsertifikatsystemet skulle bidra til meir ny produksjon av fornybar energi, vart likevel eldre anlegg inkludert i Sverige. Desse har derimot spesielle vilkår. Anlegg som vert teken i drift før mai 2003 har ikkje rett til sertifikat lenger enn 2012. Har anlegget fått statleg investeringsstøtte under oppføringa eller ved ombygging etter 15 februar, kvalifiserer det til sertifikat fram til 2014 (Svenska Energimyndigheten, 2011). I Storbritannia kvalifiserte ikkje eldre anlegg til sertifikat. Men som ein slags kunstig oppstart av RO, inkluderte ein elektrisitetsprodusentar frå fornybare kjelder, som var ein del av ei anna tidlegare støtteordning som vart fasa ut. Denne støtteordninga som fungerte på 1990 – talet, var ”the Non – Fossil Fuel Obligation” (NFFO) (Toke, 2005). For å unngå gi tilskot til anlegg som etter kvart vil bli kommersielt levedyktige, og dermed sende ei unødvendig stor rekning til straumkundane, vart det innført restriksjonar for kor lenge eit produksjonsanlegg kvalifiserte til å få sertifikat. I Sverige er denne tildelingsperioden sett til 15 år, men ingen tildelingar vil gjelde etter 2035, då ordninga skal fasast ut (Lag om elsertifikat, 2003). I Storbritannia vert systemet fasa ut i 2037, slik at ingen tildelingar gjelder etter dette. Opphavleg var det ikkje sett nokon grense for kor lenge produksjonsanlegga kunne få sertifikat, men i 2010 vart dette endra, og denne grensa er no sett til 20 år (The Renewables Obligation (Amendment) Order, 2010).

Det er straumleverandørane som er dei kvotepliktige i Storbritannia, slik det vert skissert i artikkel 5 i forskriftene til Renewables Obligation (The Renewables Obligation Order, 2009). I Sverige var det tidlegare straumkundane som var dei kvotepliktige, men dette vart endra frå 2007, slik at det no er leverandørane som har kvoteplikta her og (Haas et al., 2011). Sverige har eit uttalt mål på kor stor mengde elektrisitet som skal komme, som følgje av elsertifikatsystemet, Dette målet var produksjonsauke av elektrisitet frå fornybare kjelder, med 25 TWh frå 2003 – nivå. No som det er avklart at Sverige skal gå saman med Noreg om eit felles sertifikatsystem, er det nye felles målet 26,4 TWh (Svenska Energimyndigheten, 2011). For å nå dette målet, er det skissert ein utviklingsbane for korleis kvotekravet til straumleverandørane skal utvikle seg. Kvotebanen går i frå oppstarten i 2003, til systemet skal fasast ut i 2035. Utviklinga når ein topp i 2020 på 0,195 sertifikat pr. MWh. Deretter går kvoten gradvis nedover mot 2035 (Lag om elsertifikat, 2003). Målet er å auke ny produksjon av fornybar energi, og med ei gradvis auke i kvoten, vil ein kunne oppnå det fastsette målet. Ambisjonen er og at målsetninga om mengda elektrisitet frå fornybare kjelder skal være nådd innan 2020. Når då det fastsette målet er nådd, vil kvotekravet bli mindre. (Svenska Energimyndigheten, 2011). Ved å redusere kvotekravet vil og sertifikatprisane bli redusert, og gå mot null. På denne måten vil kostnadane for straumkundane bli gradvis redusert, etter at målsetninga med sertifikatordninga er oppnådd. Men det bør merkast at i ei sertifikatordning brukar ein eit kvotekrav. Dette seier noko om andelar, ikkje noko direkte om faktisk produsert mengde. I Sverige er det ei tett kopling mellom kvotekrav og mengde, men det er ikkje ein openbar samanheng mellom desse to. Dette gjeld for eksempel ved målsetninga om at både Noreg og Sverige skal stå for 13,2 TWh av produksjonen kvar. Det er som sagt, ikkje heilt openbart korleis dette vil gå for seg i praksis. I Storbritannia vert det og brukt ein utviklingsbane for kvotekravet for å oppnå produksjonsauke. Forskjellen her er derimot at kvotekravet aukar gradvis frå 2002 og fram til 2016. Herfrå og utover vert kvoten halde uendra fram til sertifikatsystemet vert fasa ut i 2037. Kvoten utviklar seg gradvis mot ein topp i 2016, som er på 0,154 sertifikat pr. leverte MWh for straumleverandørane (The Renewables Obligation Order, 2009). I Storbritannia er det ikkje sett eit fast kvantum slik som i Sverige, men ambisjonen er heller at ein skal oppnå ein bestemt andel av forbruket av elektrisiteten som skal komme frå fornybare kjelder. Marknaden vil bestemme mengda ny fornybar produksjon.

Sidan ordninga med grøne sertifikat er ei kvantumsordning, vil dette føre til ein del variasjon i sertifikatprisen. Eit instrument for å unngå for store prissvingingar er bruk av ”banking”. Dersom ”banking” er mogeleg, kan ein overføre sertifikat frå ein periode til ein annan. Viss produsentane ikkje aksepterer prisen som er gjeldande i ei periode, kan dei halde attende sertifikata, og håpe på ein betre pris seinare. Leverandørane på si side, kan utnytte låg pris i ein periode til å kjøpe meir enn dei trenger, og løyse inn sertifikata i framtidige periodar (Morthorst, 2000). Amundsen, Baldurson og Mortensen (2006), viser at ei innføring av ”banking” for grøne sertifikat, kan føre til ei sterk redusering av prissvingingane i sertifikatprisen. Dette vil og føre til eit auka samfunnsøkonomisk overskot. I Sverige er dette tillate, då sertifikata ikkje har avgrensa levetid (Svenska Energimyndigheten, 2011), medan det i Storbritannia er lov til ein viss grad. Leverandørane kan oppfylle opp til 25 % av sine forpliktingar i ein periode, med sertifikat som er skaffa den føregåande perioden (The Renewables Obligation Order, 2009).

Når myndigheitene vel å innføre ei sertifikatordning, vert marknaden skapt ved å pålegge ei kvoteplikt. Men for å sikre at marknaden faktisk fungerer, må ein ha instrument som sikrar at sertifikatordninga fremjar ny fornybar produksjon. Dette får ein til ved å ha ein straffereaksjon i form av ei avgift. Ein kvar leverandør som ikkje kan framvise det nødvendige talet på sertifikat for å møte forpliktinga, må betale avgifta, multiplisert med talet på manglande sertifikat. Straffeprisen fungerer og som ein makspris som skal hindre at straumkundane får for store kostnadar på grunn av sertifikatprisen. I Sverige vert det brukt ein flytande pris. Denne er 150 % av sertifikatprisen. Utrekninga vert gjort ved å ta eit gjennomsnitt av sertifikatprisen, over ein periode på eit år, fram til datoen for annullering av sertifikata (Lag om elcertifikat, 2003). I dei første par åra etter at sertifikatordninga var etablert, opererte Sverige med ein fast straffepris. Dette vart endra på i 2005, då ein gjekk over til ein flytande pris. Ei viktig årsak til endringa var at ei fastsett straffepris fungerte som eit fast pristak på sertifikata. Dette vart sett på som eit hinder for effektiviteten til systemet (Svenska Energimyndigheten, 2010). I Storbritannia brukar dei derimot ein fast pris, kalla ”buy – out”. Denne vart sett til 30 £ i 2003, og er justert for prisstiging. Ein sentral forskjell på Sverige og Storbritannia, er kva dei innkrevja midlane går til. Medan dei går inn til staten i Sverige, er ikkje dette tilfellet i Storbritannia. Pengane som vert kravd inn, vert plassert i eit fond, og fordelt ut att til dei kvotepliktige leverandørane som har oppfylt sine forpliktingar, anten heilt eller delvis. Fondet vert kalla ”buy – out” - fondet. Etter at administrasjonskostnadar er trekt frå fondet, vert den resterande summen delt ut. Kor mykje

ein får frå fondet avhenger av kor stor del av kvoteforpliktinga ein har møtt. Dersom sertifikata ein har annullert, utgjer 5 % av alle annullerte sertifikat, vert ein tildelt 5 % av det totale fondet. ”Buy – out” - fondet består av alle sertifikata som har vorte annullert i England, Wales, Skottland og Nord – Irland (The Renewables Obligation Order, 2009). På denne måten skal dei kvotepliktige leverandørane få eit ekstra insentiv til å oppfylle sine forpliktingar. Det vil være mindre attraktivt å kjøpe seg ut av kvotekravet, då ein vil få ei ekstra refundering, dersom ein oppfyller kvoten, anten heilt eller delvis.

Dei britiske myndigheitene har peika på at dersom nivået av produksjon av fornybar elektrisitet kjem opp mot kvotenivået, fastsett av myndigheitene, vil den marginale verdien av eit sertifikat bli redusert, saman med verdien av dei resirkulerte midla. Sertifikatverdien vil då gå mot ”buy – out” – prisen. (DECC, 2005). Dersom ein får eit verdifall på sertifikata, vil dette i praksis, redusere tilskotet som dei fornybare produsentane får. Myndigheitene erkjenner at investorar og produsentar kan være redd for at ein skal få eit verdifall, og at det kan fins insentiv for å utsette igangsetjinga av ny produksjon, for å unngå eit kraftig fall i sertifikatprisen. Dei britiske myndigheitene innser at ein slik situasjon kan være mulig, men så lenge sertifikatordninga bringer fram betydeleg ny produksjon av grøn elektrisitet kvart år, ser dei ikkje på dette som eit alvorleg problem. Når det gjeld årsaka til at produksjonsnivået kan ligge bak målsetninga for eit gitt år, peikar myndigheitene på andre faktorar. Desse er forsinkingar, grunna planleggings – og prosjektprosessen, samt tidsetterslep som følgje av at produsentar tilpassar seg for å møte marknaden etterspurnad etter grøn elektrisitet (DECC, 2005). Fram til no, har det ikkje vore tilfellet at produksjonen har nådd, eller passert målsetningane i eit gitt år, men for å sikre seg at verdien på sertifikata ikkje vert kraftig redusert, vart det i 2009 innført ei såkalla takhøgde i det britiske sertifikatsystemet. Denne ordninga går ut på at ein innfører ein ny måte å kalkulere kvotekravet for leverandørane på. Ved den såkalla takhøgde – kalkuleringa av samla kvote, reknar myndigheitene ut kor mykje fornybar elektrisitet dei forventar å bli produsert. Deretter tek dei dette talet og aukar det med 10 % (DECC, 2009). Myndigheitene reknar med at når produksjonsnivåa er gjennomgåande høge nok, til at ein vil bruke takhøgde – kalkuleringa, vil utrekninga med førehandsfastsette mål være overflødig, etter som dei ser det som usannsynleg at produksjonsnivåa kjem til å falle (DECC, 2009). Den første gongen det nye utrekningssystemet vart teken i bruk, var i perioden 2010 – 2011.

Eit siste punkt som er verdt å nemne når ein ser på sertifikatdesignet i Sverige og Storbritannia, er korleis tildelinga av sertifikata er organisert. I Sverige har ein ei teknologinøytral ordning. Dette tyder at alle godkjende typar fornybar teknologi vert tildelt sertifikat. Det vert ikkje tatt omsyn til støttebehov ved tildeling. Alle kvalifiserte produsentar får eit sertifikat pr. MWh (Lag om elcertifikat, 2003). I Storbritannia var dette og regelen frå oppstarten av sertifikatprogrammet. Men frå 2009 vart det innført såkalla "banding", der ein no ville skilje mellom ulike typar grønne teknologiar. Tildelinga av sertifikat er no avhengig av korleis elektrisiteten har vorte produsert. Talet på sertifikat varierer no frå ¼ til 2 sertifikat pr. MWh. Elektrisitet frå deponigass kvalifiserer no berre for eit fjerdedels sertifikat pr. MWh, medan blant anna bølge og tidevassteknologi kvalifiserer for to sertifikat pr. MWh (The Renewables Obligation Order, 2009). Som eg har vore inne på tidlegare vil ein kunne oppnå kostnadseffektivitet med ei teknologinøytral ordning, men det vil ikkje være det beste for å løfte fram umodne grønne teknologiar.

3. Analyse av det svenske sertifikatsystemet

Eg vil no bruke ein teoretisk modell for å beskrive virkemåten til det svenske sertifikatsystemet. Modellen er beskrive i Amundsen og Mortensen (2001). Når modellen vart utarbeida, tok den utgangspunkt i å beskrive det planlagde danske sertifikatsystemet. Sidan dette skiljar seg litt frå både det svenske og det britiske systemet, vil eg ikkje inkludere dei delane av modellen som ikkje er relevante for meg. Modellen vil beskrive korleis sertifikatordninga fungerer i Sverige, og vil fungere som eit utgangspunkt for analysen min, der eg skal samanlikne med det britiske sertifikatsystemet.

Modellen tek utgangspunkt i å analysere marknaden for grønne sertifikat, der denne ordninga eksisterer saman med ein marknad for utsleppskvotar for CO₂. Målet er å sjå på systemet med grønne sertifikat og korleis dette verkar. Eg skal ikkje vurdere kor bra dette systemet er i forhold til andre instrument som skal stimulere produksjonen av ny fornybar elektrisitet. Modellen ser heller ikkje på uvisse, andre finansielle marknader eller eit internasjonalt system med grønne sertifikat.

Aktørane i sertifikatmarknaden består av seljarar og kjøparar av sertifikat. Seljarane av sertifikat er produsentane av elektrisitet som kjem frå fornybare kjelder. Dei får selje sertifikat tilsvarande til den mengda elektrisitet som dei matar inn i straumnett. Kjøparane er dei kvotepliktige leverandørane som må kjøpe ein viss prosentdel sertifikat i forhold mengda

elektrisitet dei leverer. Dei grøne sertifikatene vert sett på som tillatingar for å konsumere elektrisitet. Produsentane av grøn elektrisitet mottok både engrosprisen på straum og ein sertifikatpris for kvar kWh dei matar inn i straumnett. Den ekstra inntekta som produsentane får, er meint å stimulere til ny investering i elektrisitet frå fornybare kjelder.

Modellen som eg skal presentere, er ein statisk likevektsmodell. Den tek omsyn til tre marknader. Desse er marknadane for sertifikat, straummarknaden og marknaden for utsleppstillatingar for CO₂. Eg vil ikkje fokusere så mykje på denne siste marknaden. Ein føresetnad i modellen er at kvotekravet fungerer som ein beskrankning på samla elektrisitetsforbruk. Dette skjer ved at det samla talet på elsertifikat er avgrensa av den totale kapasiteten til dei grøne produsentane. Dette tyder då at dersom kvotekravet er på 20%, vil samla elektrisitetsforbruk være fem gonger så stort som produsert mengde grøn elektrisitet. Dette har eg og illustrert tidlegare, i figur 1 i oppgåva.

3.1. Faktorar og forhold i modellen

p	Konsumpris/sluttbrukarpris på elektrisitet
s	Pris på grøne sertifikat
\bar{s}	Maksimumspris på grøne sertifikat (flytande pris).
q	Engrospris på elektrisitet
r	Pris på utsleppstillatingar for CO ₂
\bar{r}	Maksimumspris på utsleppstillatingar for CO ₂
x	Totalt konsum av elektrisitet
y	Produksjon av elektrisitet frå ikkje – fornybare kjelder
z	Produksjon av elektrisitet frå fornybare kjelder
\bar{z}	Produksjonskapasiteten for elektrisitet frå fornybare kjelder
α	Kvotekravet på elektrisitet frå fornybare kjelder (prosentdel)
β	CO ₂ – utsleppsreduksjon (kan sjåast som ei avgift på CO ₂)
g^s	Tilbod av grøne sertifikat
g^d	Etterspurnad etter grøne sertifikat

Eg kjem og til å bruke følgjande generelle funksjonar:

$p(x) =$ Etterspurnadsfunksjonen etter elektrisitet. Prisen er fallande i konsum, gitt ved

$$\frac{\partial p(x)}{\partial x} = p' < 0.$$

$c(y;\beta) =$ Kostnadsfunksjonen for elektrisitet frå ikkje – fornybare kjelder. Sidan denne produksjonen fører til forureining, må produsentane tilpasse seg utsleppsrestriksjonane for CO2. Funksjonen tek og omsyn til at eit gitt produksjonsnivå kan bli oppnådd, sjølv for strengare CO2 – restriksjonar, ved å skifte over til reinare type brensel og teknologi. Dette vil då føre til høgare produksjonskostnadar, noko som skiftar den marginale kostnadsfunksjonen oppover. Ein går ut i frå at kostnadskurva er strengt stigande, gitt ved $c'_y > 0$, $c''_{yy} \geq 0$, $c'_\beta > 0$ og $c''_{y\beta} \geq 0$. Dersom $\beta = 0$ er det ikkje er nokon restriksjonar med tanke på utslepp av CO2. Kostnadsfunksjonen kan då skrivast som $c(y;0)$.

$h(z) =$ Kostnadsfunksjonen for elektrisitet frå fornybare kjelder. Produksjonen av grøn elektrisitet fører ikkje til forureining, slik at ein tek ikkje omsyn til restriksjonane for CO2 – utslepp. Denne kostnadsfunksjonen er og strengt stigande, gitt ved $h' > 0$ og $h'' \geq 0$

3.2. Objektfunksjonar og førsteordensvilkår i modellen

Det er ein del forenklingar i modellen. Ei slik forenkling, er at det er perfekt konkurranse i alle marknadane. Eg går ut i frå at det er i ($i = 1, \dots, I$) leverandørar, j ($j = 1, \dots, J$) identiske produsentar av svart elektrisitet og k ($k = 1, \dots, K$) produsentar av grøn elektrisitet. Alle aktørane er ute etter å maksimere sin eigen profitt, som er gitt ved π .

3.2.1. Leverandørane

Maksimeringsproblemet for kvar av leverandørane er lik

$$\text{Max } \pi(x_i) = px_i - [\alpha s + q]x_i$$

Leverandørane vil maksimere sin profitt. Ved å derivere uttrykket med omsyn på x , finn eg førsteordensvilkåret for leverandørens optimale tilpassing. Dette vert då

$$(1) \quad p - [\alpha s + q] \geq 0$$

For at leverandøren skal levere straum til kundane, må prisen være minst like stor som dei kostnadane han har.

3.2.2. Produsentane av elektrisitet frå ikkje – fornybare kjelder

Desse produsentane må ta omsyn til den ekstra restriksjonen som kjem av utsleppstillatingane for CO₂. Eg går då ut i frå at kvar enkelt produsents restriksjonar er like store. Kvar produsent må då redusere sine utslepp med ein faktor som er lik $\beta_j = \beta / J$. Sidan eg tek utgangspunkt i identiske produsentar, vil det ikkje være nokon handel med utsleppstillatingar. Dette gir då følgjande maksimeringsproblem for produsentane av tradisjonell elektrisitet

$$\text{Max } \pi(y_j) = qy_j - c(y_j; \beta_j)$$

Førsteordensvilkåret for optimal tilpassing finn ein då ved å derivere med omsyn på produksjonen y .

$$(2) \quad q = c'(y_j; \beta_j)$$

Ein ser då at den optimale tilpassinga er der engrosprisen for elektrisitet er lik dei marginale kostnadane for svart elektrisitet.

3.2.3. Produsentane av elektrisitet frå fornybare kjelder

Maksimeringsproblemet til desse produsentane er lik

$$\text{Max } \pi(z_k) = [(q + s)z_k - h(z_k)]$$

Dei grøne produsentanes førsteordensvilkår får ein ved å derivere med omsyn på deira produksjon, z . Dette gjeld for alle produsentane.

$$(3) \quad (q + s) = h'(z)$$

Sidan produsentane av elektrisitet frå fornybare kjelder vert tildelt grøne sertifikat av myndighetene, har desse produsentane to inntektskjelder, sertifikata og engrosprisen på straum. Ein føresetnad i denne modellen er at alle dei grøne produsentane produserer opp til sin maksimale produksjonskapasitet. Dette kan skrivast som

$$(4) \quad z_k \leq \bar{z}$$

Eg går og ut i frå at summen av engrosprisen og sertifikatprisen er større enn null.

3.2.4. Marknaden for grønne sertifikat

Etterspurnaden etter grønne sertifikat er gitt ved at leverandørane må kjøpe sertifikat for ein gitt del av deira samla leveringar til straumkundane. Denne delen vert bestemt av myndigheitene. Den samla etterspurnaden kan då uttrykkast ved

$$(5) g^d = \alpha x$$

Tilbodet av grønne sertifikat kjem av produksjonen av elektrisitet frå fornybare kjelder. For å forenkle, går eg ut i frå at sertifikata er målt i same eining som produksjonskapasiteten.

Tilbodet vert då

$$(6) g^s = z$$

I modellen vert analysane gjort ved å gå ut i frå at sertifikatprisen ligg under maksimumsprisen for sertifikat. Sidan det vert brukt ein flytande maksimumspris, går eg ut i frå at alternativet til å kjøpe sertifikat vil være dyrare. Eg antar derfor at sertifikatprisen vil ligge under den flytande maksimumsprisen.

3.2.5. Marknad for utsleppstillatingar for CO₂

I modellen, vert tilbodet av utsleppstillatingar for CO₂ uttrykt gjennom faktoren β . Denne kan og sjåast på som ei avgift på CO₂. Dersom β aukar, så vert det færre tillatingar tilgjengelege og restriksjonane for utslepp av CO₂ vert strengare. Ei auke i β kan og sjåast på som ei avgiftsauke på utslepp av CO₂. Etterspurnaden etter utsleppstillatingar vert bestemt av reduksjonskostnadane for utslepp av CO₂, gjennom substitusjon til meir miljøvennleg brensel og teknologi.

3.3. Likevekter i modellen

3.3.1. Sluttbrukarmarknaden

Likevektskvantumet er gitt ved følgjande likning

$$(7) x(p^*) = y^* + z^*$$

Den samla etterspurnaden etter elektrisitet består av produksjon av elektrisitet frå fornybare og ikkje – fornybare kjelder.

Likevektsprisen kan uttrykkast ved

$$(8) p^* = \alpha s + q^*$$

Denne sammenhengen er henta frå likning (1), og seier at prisen for straumkundane er lik dei marginale kostnadane for leverandøren. Distribusjonskostnadane til leverandøren er her lagt inn i sluttbrukarprisen.

x^* , y^* og z^* er dei ulike mengdene, summert for alle dei ulike aktørane, gitt ved

$$(9) x^* = \sum_i x_i^* , \quad y^* = \sum_j y_j^* \text{ og } z^* = \sum_k z_k^*$$

3.3.2. Engrosmarknaden for elektrisitet

Likevektskvantumet er gitt ved følgjande likning

$$(10) x(q^*) = y(q^*) + z$$

Likevektskvantumet er summen av svart og grøn produksjon.

Likevektsprisen i engrosmarknaden er henta frå likning (2), og er gjeldande for alle. Likninga for likevektsprisen, er

$$(11) q^* = c'(y_j^*; \beta_j)$$

I likevekt er då engrosprisen på straum lik dei marginale kostnadane for svart elektrisitet.

3.3.3. Marknad for grønne sertifikat

Likevekta i marknaden for grønne sertifikat, finn ein ved å setje tilbodet lik etterspurnaden.

Desse relasjonane finn ein i likningane (5) og (6). Ein får då

$$g^d = g^s$$

$$(12) \alpha x(p^*) = z$$

For å finne likevektsprisen på sertifikat i denne modellen, brukar eg likning (8) for likevektsprisen i sluttbrukarmarknaden. Eg omformar så dette uttrykket slik at eg får eit uttrykk for sertifikatprisen. Eg brukar og likevektsuttrykket frå sertifikatmarknaden i likning (12), og finn eit uttrykk for den samla etterspurnaden etter elektrisitet.

$$\begin{aligned}
p^*(x) &= \alpha s^* + q^* \rightarrow \\
\alpha s^* &= p(x) - q^* \rightarrow \\
s^* &= \frac{p^*(x) - q^*}{\alpha} \rightarrow \\
(13) \quad s^* &= \frac{p^*\left(\frac{z}{\alpha}\right) - q^*}{\alpha}
\end{aligned}$$

3.3.4. Marknaden for utslippstillatingar av CO2

Eg har tidlegare nemnt at tilbodet av utslippstillatingar er eksogent gitt, dette vert altså ikkje bestemt i modellen. Tilbodet vert gitt ved faktoren β . Denne seier noko om kor mykje produsentane av elektrisitet frå ikkje – fornybare kjelder, må kutte i CO2 – utslipp. Denne faktoren kan og sjåast som ein avgift på utslipp av CO2.

Det er og gitt ein maksimumspris for utslippstillatingar. Denne er sett til \bar{r} . Ved denne prisen, kan dei svarte produsentane kjøpe ekstra utslippstillatingar. For å forenkle, vert ikkje dette vurdert vidare i oppgåva. Ved å utvide produksjonen med ein eining, har dei svarte produsentane to alternativ. Dei kan anten kjøpe utslippstillatingar for det ekstra utslippet frå produksjonen, eller dei kan skifte til ein meir kostbar, og meir miljøvennleg produksjonsmetode. Det er då mulig å utvide produksjonen, utan at utslappa aukar. I ei likevekt må kostnadane for desse to alternativa være like. Dette kan skrivast som

$$(14) \quad r(y^*) = \text{Min}[c'_y(y^*_j; \beta_j) - c'_y(y^*_j; 0), \bar{r}]$$

Likning (14) uttrykker at i ei likevekt, må sertifikatprisen være lik dei minimerte marginale kostnadane ved å utvide produksjonen, utan å auke dei forureinande utslappa.

3.4 Komparativ statikk

For å sjå kva som vert effekten når ein endrar ulike parametar i denne modellen, bruker eg implisitt derivasjon. Før eg gjer dette, er det greitt å avklare kva slags relasjonar og uttrykk som vert brukt.

Eg vil ta utgangspunkt i eit uttrykk for etterspurnaden etter elektrisitet, som er gitt ved grensekostnadar for dei to typane elektrisitet. Etterspurnadsfunksjonen eg vil bruke, er gitt i likning (8). Denne er lik

$$P(x) = q + \alpha s$$

Eg kan deretter bruke uttrykka for den optimale tilpassinga til høvesvis grøne og svarte produsentar. Desse uttrykka er henta frå likningane (2) og (3). Eg vil då setje desse inn i uttrykket for etterspurnadsfunksjonen. Dette gjev meg då følgjande uttrykk.

$$(15) P(x) = \alpha h'(z) + (1 - \alpha)c'(y; \beta)$$

Eg ser då at den samfunnsmessige optimale likevektsprisen er lik ein lineær samansetning av grensekostnadane for dei to typane elektrisitet. Dette stemmer og overeins med det eg fann i avsnitt 2.2. Den optimale sluttbrukarprisen vert ei samansetning av bruken av dei to typane elektrisitet. Dette vert igjen bestemt av kvoten som vert sett av myndigheitene. Når eg då skal sjå på effekten av endringa i ulike variablar, tek eg utgangspunkt i dette uttrykket som gir meg ein marginal kostnadsfunksjon.

Sidan samla mengde elektrisitet er summen av grøen og svart elektrisitet, kan eg finne relasjonen mellom samla mengde elektrisitet og svart elektrisitet. Eg bruker då likning (7) og (12).

$$x = y + z \rightarrow$$

$$x = y + \alpha x \rightarrow$$

$$(16) y = (1 - \alpha)x$$

Likning (16), seier då at produksjonen av tradisjonell elektrisitet er den delen av samla mengde elektrisitet som ikkje kjem frå fornybare kjelder.

Eg vil sjå på korleis ei endring i kvotekravet påverkar produksjonen av grøen elektrisitet. Ved å differensiere likning (15), med omsyn på α , får eg følgjande uttrykk

$$(17) \frac{\partial z}{\partial \alpha} = \frac{\alpha s + x \left[\frac{\partial p}{\partial x} - (1 - \alpha) \left(\frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right) \right]}{\frac{\partial p}{\partial x} - (1 - \alpha)^2 \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} - \alpha^2 \frac{\partial^2 h}{\partial z^2}}$$

Ut i frå uttrykket, ser ein at nemnaren er negativ. Teljaren derimot er ubestemt. Eg kan derfor ikkje sei sikkert at ein auke i kvotekravet faktisk vil føre til at ein får ein positiv effekt på produksjonen av grøn elektrisitet.

Effekten av ei auke i kvotekravet på produksjonen av svart elektrisitet, ser ein frå følgjande uttrykk

$$(18) \frac{\partial y}{\partial \alpha} = \frac{(1-\alpha)s + x \left[\alpha \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} - \frac{\partial p}{\partial x} \right]}{\frac{\partial p}{\partial x} - (1-\alpha)^2 \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} - \alpha^2 \frac{\partial^2 h}{\partial z^2}}$$

I dette uttrykket ser ein at nemnaren er negativ, medan teljaren er positiv. Dette tyder då at uttrykket samla sett har eit negativt forteikn. Ein auke i kvotekravet fører då til at produksjonen av svart elektrisitet vert redusert. Ordninga med grøne sertifikat inneberer ei subsidiering av grøne produsentar, på kostnad av tradisjonelle produsentar. Dette har då ein negativ effekt på produksjonen av svart elektrisitet. Med aukande marginale kostnadar for svart elektrisitet, tilseier dette at dei marginale kostnadane, og dermed engrosprisen på elektrisitet vil falle.

Eg kan og sjå kva som vil skje med samla konsum av elektrisitet ved ei auke i kvotekravet.

$$(19) \frac{\partial x}{\partial \alpha} = \frac{s + x \left[\alpha \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} - (1-\alpha) \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right]}{\frac{\partial p}{\partial x} - (1-\alpha)^2 \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} - \alpha^2 \frac{\partial^2 h}{\partial z^2}}$$

I dette uttrykket er nemnaren negativ, medan teljaren er ubestemt. Det tyder då at effekten av ei auke i α på samla elektrisitetskonsum vert ubestemt. Det er verdt å merke at dersom grensekostnadane for svart elektrisitet er konstante, vil teljaren bli positiv. Dette kjem av at

$\frac{\partial^2 c}{\partial y^2} = 0$. I så fall vil ein auke i kvotekravet føre til at samla konsum av elektrisitet går ned.

Men sjølv om ein går ut i frå konstante marginalkostnadar for tradisjonell elektrisitet, vil ein ikkje kunne sei noko sikkert om endringa i produksjonen av grøn elektrisitet, ved ei endring i kvotekravet. Samstundes vil effektane avhenge av nivået på kvotekravet. Dersom denne er lik

null, vil uttrykket i likning (17) bli positivt. Men då vil og uttrykket i likning (19) bli ubestemt.

Ut i frå dei resultatane eg har fått, kan eg konkludere med at ei auke i kvota i det svenske sertifikatsystemet, ikkje nødvendigvis vil føre til ei auke i produksjonen av grøn elektrisitet. Samsstundes kan eg heller ikkje sei noko sikkert om effekten på samla konsum av elektrisitet. Det einaste ein kan sei for sikkert, er at ei auke i kvotekravet vil føre til ein reduksjon i produksjonen av svart elektrisitet. I følgje dei resultatane eg kom fram til, vil ei elsertifikatorordning lik det svenske, føre til eit fall i produksjonen av svart elektrisitet. Dette vil jo i så måte vere positivt, men det er ikkje sikkert at det vil føre til ein auke i produksjonen av grøn elektrisitet.

4. Meir utfyllande om den britiske fondsordninga

I sertifikatorordninga i det britiske systemet, har dei kvotepliktige leverandørane valet mellom å møte sine forpliktingar ved å anten kjøpe nødvendig tal på sertifikat, kjøpe seg fri frå forpliktingane gjennom "buy - out" - alternativet, eller ein kombinasjon av desse. Leverandørane står fritt til å sjølv velje korleis dei vil oppfylle sine forpliktingar (NAO, 2005, p. 14).

"Buy - out" – prisen er sett på eit fast nivå pr. periode. Periodane går frå april til mars. Prisen vart sett til 30 £ pr. sertifikat ved oppstarten i 2002. Den vart justert i takt med prisstigingane (NAO, 2005, p. 14) Satsen er på 36.99 £, for perioden 2010-2011 (OFGEM, 2011b). Opphavleg vart prisen sett til å vere 20 £, men det vart vurdert til å vere for lågt. Då sertifikatorordninga starta opp i 2002, vart satsen endra til 30 £ (NAO, 2005, p. 5). "Buy – out" – prisen gir leverandørane eit alternativ til å kjøpe sertifikat. På denne måten sikrar ein og at ein får sett eit tak på kostnadane for straumkundane, som bærer størsteparten av kostnadane ved sertifikatorordninga (NAO, 2005, p. 15).

Hadde ein operert med ein fast makspris, slik som Sverige hadde i 2003 og 2004, kunne prisen gått opp mot maksprisen, men den ville ikkje blitt høgare. Dersom prisen hadde nådd maksnivået, ville leverandørane heller vald å betale seg ut av forpliktingane sine. Dette var og tilfellet i dei første par åra i det svenske systemet. Her gjekk ein over til ein flytande pris i 2005, då myndigheitene ikkje syns at systemet fungerte tilfredsstillande (Svenska Energimyndigheten, 2010)

I det britiske systemet derimot, kan prisen på sertifikata overstige ”buy - out” – prisen. Dette kjem av at ordninga ikkje er heilt lik den svenske ordninga frå 2003-2004. Alle innbetalingane frå leverandørar som bruker ”buy - out” – alternativet, vert plassert i eit fond. Etter at administrasjonskostnadar er trekt i frå, vert fondet delt ut at til dei leverandørane som har oppfylt sine forpliktingar gjennom å levere inn elsertifikat. Kvar leverandør får utbetalt ein like stor del av fondet, som deira innleverte sertifikat utgjer av alle innleverte sertifikata i den perioden. Dersom ein har levert inn 5 % av alle sertifikata, får ein utbetalt 5 % av det samla ”buy - out” – fondet (The Renewables Obligation Order, 2009.).

Ordninga med utbetaling frå fondet, skal fungere som eit ekstra insentiv for leverandørane, slik at dei skal oppfylle mest mulig av sine forpliktingar ved å kjøpe sertifikat. Når fondet vert delt ut til leverandørane som leverte inn sertifikat, gjev dette ein ekstra verdi på sertifikata (NAO, 2005, p. 14). Denne ekstra verdien vert rekna ut ved å dele verdien på fondet med det totale talet på innleverte sertifikat. I tabell 1 ser ein utviklinga på denne ekstra verdien.

Tabell 1. Tilleggsverdien til dei grøne sertifikata i England og Wales

Periode	Tilleggsverdi på sertifikat (£)
2002-03	15.94
2003-04	22.92
2004-05	13.66
2005-06	10.21
2006-07	16.04
2007-08	18.65
2008-09	18.61
2009-10	15.17
2010-11	14.32

(OFGEM, 2005, OFGEM 2009, OFGEM 2011)

Det kan oppstå problem med denne fondsordninga. Det skjer dersom nokre leverandørar ikkje greier å møte sine forpliktingar, gjennom sertifikatkjøp eller ikkje betaler ”buy – out” – summen sin. Dersom dette er tilfellet, vil fondets samla verdi være lågare enn det skulle ha vore. Dette skjedde i den første perioden, frå 2002-03 (Mitchell & Connor, 2004). I

situasjonar der det er manglande innbetalingar til fondet, opererer ein med ei grense for eit såkalla ”relevant underskot”. I perioden 2009-10, var dette på 9 700 000 £ i England og Wales. Dersom underskotet er større enn det ”relevante underskotet”, må leverandørane som har krav på utbetalingar frå fondet, betale inn for å dekke underskotet som er i fondet. Deretter vert fondet delt ut på vanleg måte. Det fins og ei øvre grense for kor stort det samla underskotet kan være for å dekke det inn, men denne grensa har ikkje vore nådd (OFGEM, 2011, p. 21).

Verdien på sertifikata for leverandørane, vert bestemt av to faktorar. Desse er ”buy – out” – nivået og tilleggsverdien på sertifikatet. Denne siste faktoren vert og påverka av tilbodet av sertifikat. Dersom leverandørar vel å ikkje levere inn sertifikat, må dei i staden betale ein ”buy – out” – sum. Med ein ”buy – out” – pris på 30 £ pr. MWh, ville det vanlegvis vore aktuelt å betale opp mot 30 £ pr. sertifikat. Men leverandørar som oppfyller sine forpliktingar ved å levere inn sertifikat, har krav på utbetalingar frå ”buy – out” fondet. Kor mykje dei får utbetalt avhenger av storleiken på fondet. I 2004, var prisen på sertifikata opp mot 50 £. Dette tyder at leverandørar som kjøpte sertifikat til denne prisen, forventa at tilleggsverdien pr. sertifikat, ville være på rundt £ 20. Dersom ein går ut i frå at både produsentar og leverandørar oppfører seg slik myndigheitene ser for seg, vil verdien på sertifikata og bli redusert, jo nærare nivået av fornybar produksjon kjem i forhold til det samla kvotenivået som er sett av myndigheitene i eit kvart år (NAO, 2005, p. 15.). Dette er ein naturleg konsekvens av tilbod og etterspurnad. Det var for å unngå at ein fekk ein sterk reduksjon av prisen på sertifikata, at myndigheitene valde å innføre såkalla takhøgde, som gjorde seg gjeldande første gong i perioden 2010 – 2011 (Woodman & Mitchell, 2011).

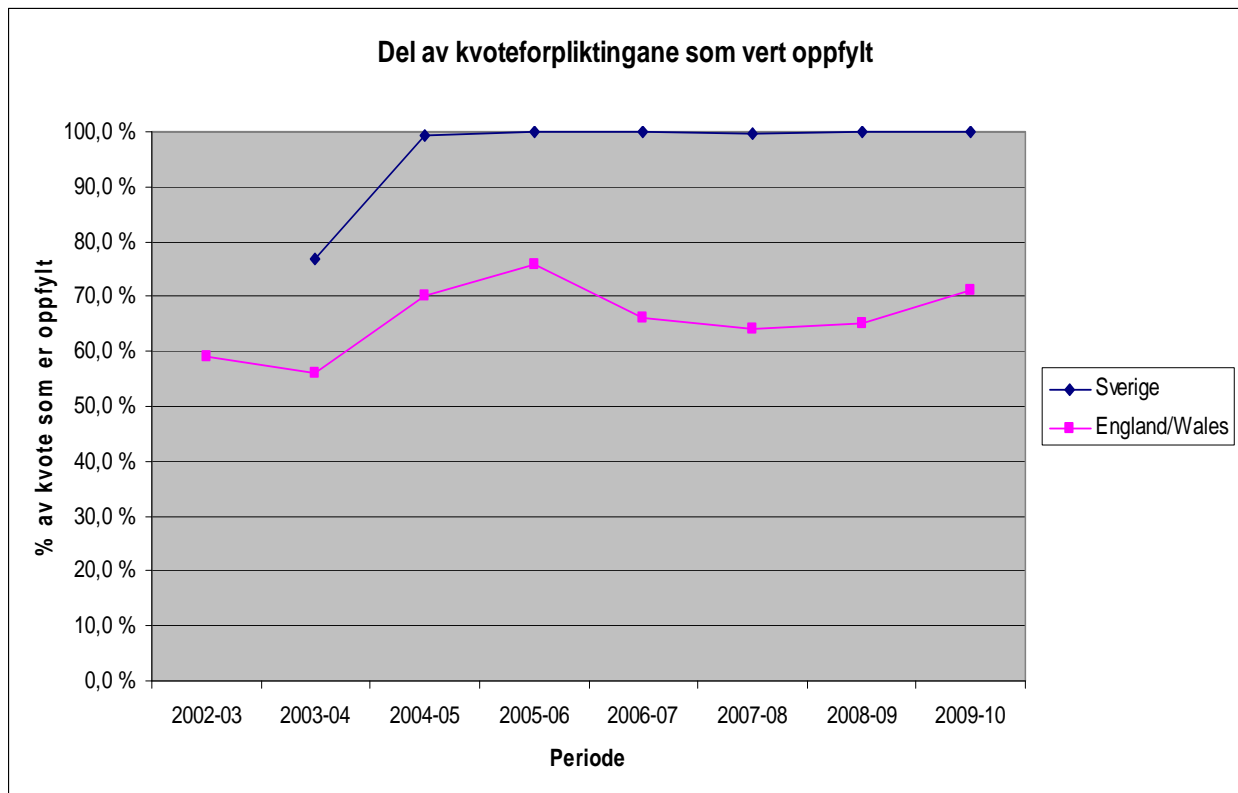
Prisen på sertifikata vert danna på grunnlag av summen av ”buy – out” – prisen og tilleggsverdien. Dersom det ikkje hadde vore nokon utdeling frå fond, ville leverandørane kjøpt kvoter så lenge prisen låg under ”buy – out” – prisen. Viss prisen vart høgare, ville dei heller betalt ”buy – out” – prisen, framfor å kjøpe kvotar. Men sidan leverandørane får eit tilskot gjennom levere inn sertifikat, vil prisen kunne ligge over ”buy – out” – prisen. Det ekstra tilskotet hever prisen der leverandørane er indifferente mellom å kjøpe sertifikat eller betale ”buy – out” – prisen (Mitchell, Bauknecht & Connor, 2006).

I Sverige har ein utvikla ein god statistikk for kor stor del av kvoteforpliktingane som er oppfylt av leverandørane. I det britiske systemet med England og Wales, kan dei ikkje vise til

ein like imponerende tal. Det er nok ein årsak til dette, og det kan virke som at den britiske ordninga og kan skap eit insentiv for leverandørane for å ikkje oppfylle sine kvoteforpliktingar fullt ut, gjennom innlevering av sertifikat.

Ein sentral grunn til dette, kan være den ekstra verdien som leverandørane får, ved utbetalingar frå "buy – out" – fondet. Ein leverandør vil få utbetalingar frå fondet, ut i frå kor mange sertifikat han leverer inn. Dette skulle tyde på at det vil være ein god idé å oppfylle heile kvoten. Men sidan fondet består av innbetalingar gjennom "buy – out", vil dette fondet faktisk bli mindre, jo større del av kvoten som leverandørane oppfyller. Dersom alle leverandørane hadde oppfylt sine forpliktingar fullt ut, gjennom å kjøpe sertifikat, ville dette redusert fondet til null. Verdien av sertifikata ville då gått mot "buy – out" – prisen. Verdien på sertifikat er jo sjølvsagt påverka av tilbod og etterspurnad. Og skulle tilbodet bli for stort i forhold til etterspurnaden, vil jo dette redusere prisen på sertifikata (Mitchell & Connor, 2004). Dette kan då tyde på at det ligg ein kostnad i å møte forpliktingane berre gjennom å levere inn sertifikat. Men dersom ingen hadde skaffa kvoter, ville fondets verdi blitt veldig høg, men ingen leverandørar hadde kvalifisert for utbetalingar. Det kan då sjå ut som at leverandørane har eit insentiv til å halde oppfyllingsprosenten under 100 %. I figur 2, ser ein ei samanlikning av kor stor del av forpliktingane som er møtt gjennom sertifikat i Sverige og England/Wales.

Figur 2. Del av leverandørernes forpliktingar som er møtt gjennom innlevering av sertifikat i Sverige og England/Wales



Grafen er laga ut i frå tal som er samla inn frå årlege rapportar om sertifikatordninga, som vert publisert i både Sverige og Storbritannia. Tala som er brukt i figur 2, er henta frå Svenska Energimyndigheten (2010), Svenska Energimyndigheten (2011), OFGEM (2005), OFGEM (2009) og OFGEM, 2011).

Toke (2005) peikar på at det er eit avgrensa tal på leverandørar, og at fleire av dei er ganske store. Produsentane av elektrisitet frå fornybare kjelder, er gjerne interessert i langsiktige kontraktar med leverandørar, og kan tilby deler av sertifikatverdien, for å sikre seg slike kontraktar. Ein viktig årsak til at produsentar kan være villige til dette, er at dei treng trygge langsiktige kontraktar, for å sikre seg lån frå bankane. Toke (2005) trekk og fram at betydelege deler av kapasiteten frå vindkraft er eigd av dei større leverandørane. Dei vil då ha grunn til å halde sertifikatprisen stabilt høg. Dei vil då ikkje være interessert i å handle på ein måte som kan redusere inntektsstraumen til prosjekt dei er involvert i. Toke og Lauber (2007) peikar og på at dersom det er eit underskot på produsert fornybar elektrisitet, i forhold til det fastsette målet, vil dette auke verdien på sertifikatata. Sidan fleire leverandørar og er eigarar i vindkraftindustrien, vil dei og kunne ha interesse av at sertifikatprisane held seg høge, ved at

dei held oppfyltingsprosenten under 100 %. Dette fører då til at tilleggsverdien på sertifikata vert oppretthaldt (Toke, 2005). I Mitchell, Bauknecht og Connor (2006) vert den ekstra verdien for sertifikata, ved resirkulering av fondet, kalla grøn bonus. Ved å halde kvoteoppyllinga nede, kan leverandørane auke inntektene frå den grønne bonusen. Det kan virke som fondsordninga kan skape insentiv for leverandørane til å maksimere potensielle inntekter frå fondsordninga, gjennom å ikkje oppfylle sine kvoteforpliktingar fullt ut. På denne måten kan dei sikre at det vil være midlar som kan delast ut på slutten av året (Woodman & Mitchell, 2011).

5. Analyse av det britiske sertifikatsystemet, med fokus på fondssystemet og leverandørane

I dette kapitlet vil eg igjen ta for meg modellen som vart presentert i kapittel 3. Her vil eg gjere endringar i modellen, for å tilpasse den til virkemåten til det britiske sertifikatsystemet. Eg tek spesielt omsyn til den særeigne fondsordninga som vert brukt i det britiske sertifikatsystemet, og fokuserar på leverandørane. I staden for å skrive alt frå kapittel 3, ein gong til, vil eg berre ta med dei delane der det vert gjort endringar i forhold til den opphavlege modellen.

5.1. Faktorar og forhold som er endra eller lagt til i forhold til den opphavlege modellen

- \bar{s} Denne faktoren representerer no "buy . out" – prisen, som er ein fast pris.
- γ Oppfyltingsgraden til leverandørane. Denne seier noko om kor stor del av forpliktingane som vert oppfylt ved å levere inn sertifikat. Denne ligg i intervallet $[0,1]$.

5.2. Objektfunksjonar og førsteordensvilkår i modellen

Eg går framleis ut i frå dei forenklingane som eg brukte i den opphavlege modellen.

5.2.1. Leverandørane

Det opphavlege maksimeringsproblemet for leverandørane, var

$$\text{Max } \pi(x_i) = px_i - [\alpha s + q]x_i$$

No vil dette uttrykket sjå litt annleis ut. Dette kjem av at leverandørane har valet mellom å levere inn sertifikat, eller betale "buy – out". Dersom dei vel det siste alternativet, vert desse

midla delt ut att til dei leverandørane som har levert inn sertifikat. Maksimeringsproblemet for leverandørane vert derfor lik

$$\text{Max } \pi(x_i) = px_i - qx_i - \alpha[\gamma_i s + (1 - \gamma_i)\bar{s}]x_i + \frac{\alpha\gamma_i s x_i}{\sum_{l=1}^n \alpha\gamma_l s x_l} * \sum_{l=1}^n \alpha(1 - \gamma_l)\bar{s}x_l$$

Ein ser då at endringa kjem to stader, både i klammeparentesen og i det siste leddet. I klammeparentesen er sertifikatkostnadane fordelt mellom andelen innleverte sertifikat, og andelen leverandøren vel å betale "buy – out" for. Den delen dei leverer inn sertifikat for, kvalifiserer for å få utbetalingar frå fondet. Samstundes er det slik at den delen dei ikkje leverer inn sertifikat for, vert ei direkte innbetaling til fondet. For kvart sertifikat som manglar, må leverandørane betale den førehandssette "buy – out" - prisen. Leverandørane vil deretter få utbetalingar for den delen av kvotekravet dei har oppfylt, ved å levere inn sertifikat. Det tilskotet leverandørane får frå fondet vert uttrykt ved det siste leddet i maksimeringsproblemet.

Maksimeringsproblemet kan og forenklast litt, ved å setje det som er felles, utanfor ein parentes, samstundes som eg kan kutte ned litt på uttrykket. Eg får då

$$\pi(x_i) = x_i \left\{ p - q - \alpha[\gamma_i s + (1 - \gamma_i)\bar{s}] + \frac{\alpha\bar{s}\gamma_i \sum_{l=1}^n (1 - \gamma_l)x_l}{\sum_{l=1}^n \gamma_l x_l} \right\}$$

Leverandørane vil framleis maksimere sin profitt. Eg kan då derivere med omsyn på x_i , for å finne førsteordensvilkåret for leverandørane optimale tilpassing.

$$\frac{\partial \pi}{\partial x_i} = 0$$

$$(1) \quad p - q - \alpha[\gamma_i s + (1 - \gamma_i)\bar{s}] + \frac{\alpha\bar{s}\gamma_i \sum_{l=1}^n (1 - \gamma_l)x_l}{\sum_{l=1}^n \gamma_l x_l} = 0$$

Eg er ute etter å sjå om det fins ei optimal tilpassing for leverandørane, der dei ikkje leverer inn alle sertifikata for å møte forpliktingane sine. Sidan γ ligg mellom 0 og 1, er eg då ute etter å sjå om det fins ein optimal verdi i intervallet $[0,1]$ som maksimerer leverandørane

profitt. Eg kan då finne førsteordensvilkåret som gir meg uttrykket for den optimale γ , med omsyn på profitten. Dette vert då lik

$$\frac{\partial \pi}{\partial \gamma_i} = 0$$

$$(2) \alpha x_i \left\{ \bar{s} - s + \frac{\bar{s} \sum_{l=1}^n (1 - \gamma_l) x_l}{\sum_{l=1}^n \gamma_l x_l} \right\} = 0$$

For å forenkle, går eg ut i frå at alle leverandørane er like. Sidan eg og går ut i frå perfekt konkurranse, har eg og at $\sum_{l=1}^n x_l = x$.

No kan eg forenkle litt på optimalitetsvilkåra mine. Dei kan no skrivast på følgjande måte

$$\frac{\partial \pi}{\partial x_i} = 0$$

$$p - q - \alpha [\gamma s + (1 - \gamma) \bar{s}] + \frac{\alpha \bar{s} \gamma (1 - \gamma) \sum_{l=1}^n x_l}{\gamma \sum_{l=1}^n x_l} = 0$$

$$p - q - \alpha \gamma s - \alpha \bar{s} (1 - \gamma) + \frac{\alpha \bar{s} \gamma (1 - \gamma) x}{\gamma x} = 0$$

Eg endar då opp med følgjande uttrykk for det første optimalitetsvilkåret.

$$(3) p - q - \alpha \gamma s = 0$$

Det andre førsteordensvilkåret vert lik

$$\frac{\partial \pi}{\partial \gamma_i} = 0$$

$$\alpha x_i \left\{ \bar{s} - s + \frac{\bar{s} (1 - \gamma) \sum_{l=1}^n x_l}{\gamma \sum_{l=1}^n x_l} \right\} = 0$$

$$\alpha x_i \left\{ \bar{s} - s + \frac{\bar{s} (1 - \gamma) x}{\gamma x} \right\} = 0$$

Etter litt omforming, får eg følgjande uttrykk

$$(4) \frac{\alpha x_i}{\gamma} \{\bar{s} - \gamma s\} = 0$$

Eg ser då at for det andre optimalitetsvilkåret i likning (4), får eg eit likevektsvilkår som seier at i modellen, vil ”buy – out” være ein andel av sertifikatprisen. Andelen er avhengig av storleiken på γ , som er oppfylingsgraden til leverandørane. I analysen har eg fokus på leverandørane og deira tilpassing, og kva dette vil ha å sei. Leverandørane oppfyller sine forpliktingar gjennom sertifikatkjøp og ”buy – out”. Likning 4) viser då ein likevektsbetingelse som gjer seg gjeldande i modellen min, med dei antakingane som er gjort.

5.2.2. Produsentane av elektrisitet frå både ikkje – fornybare og fornybare kjelder

Det vert ikkje gjort endringar i maksimeringsproblema til produsentane av elektrisitet. Dette tyder då at produsentanes optimale tilpassingar vil være dei same som i den opphavlege modellen.

$$(5) q = c(y_j; \beta_j)$$

$$(6) (q + s) = h(z)$$

5.2.3. Marknaden for grøne sertifikat

Etterspurnaden etter sertifikat er framleis gitt ved at leverandørane må kjøpe sertifikat for ein gitt del av deira samla leveringar til straumkundane. Denne delen vert framleis bestemt av myndigheitene. Men sidan leverandørane vil velje mellom å skaffe sertifikat og bruke ”buy – out” – alternativet, vil dette påverke etterspurnaden. Leverandørane vil no etterspørje sertifikat for den delen av kvotekravet dei vel å oppfylle med å levere inn sertifikat. Den resterande delen av kvoten vil dei oppfylle ved å betale ein ”buy – out” – sum. Etterspurnaden etter sertifikat vil derfor være lik

$$(7) g^d = \alpha \gamma x$$

Ein ser då at dersom alle leverandørane vel å skaffe sertifikat, vil γ være lik 1, og uttrykket for etterspurnaden vert det same som i modelleringa av det svenske sertifikatsystemet.

Tilbudet av sertifikat kjem framleis produksjonen av grøn elektrisitet. Eg går framleis ut i frå at sertifikata er målt i same eining som produksjonskapasiteten.

$$(8) \quad g^S = z$$

5.3. Likevekter i modellen

5.3.1. Sluttbrukarmarknaden

Likevektskvantumet er gitt ved følgjande likning

$$(9) \quad x(p^*) = y^* + z^*$$

Den samla etterspurnaden etter elektrisitet består her og av produksjon av elektrisitet frå fornybare og ikkje – fornybare kjelder.

Likevektsprisen som ein finn frå likning (3), vert no lik

$$(10) \quad p^* = q + \alpha\gamma s$$

Straumprisen er då lik dei marginale kostnadane til leverandøren. Distribusjonskostnadane er lagt inn i sluttbrukarprisen.

x^* , y^* og z^* er dei ulike mengdene, summert for alle dei ulike aktørane, gitt ved

$$(11) \quad x^* = \sum_i x_i^* \quad , \quad y^* = \sum_j y_j^* \quad \text{og} \quad z^* = \sum_k z_k^*$$

5.3.2. Marknad for grøne sertifikat

Ein finn likevekta i sertifikatmarknaden ved å setje tilbudet lik etterspurnaden. Desse relasjonane finn ein i likning (6) og (7).

$$(12) \quad \begin{aligned} g^d &= g^S \\ \alpha\gamma x(p^*) &= z \end{aligned}$$

Eg ser då at i likevekt, vil både tilbud og etterspurnad være lågare enn det som var tilfellet i det svenske systemet. Dette vil være tilfellet så lenge γ er mindre enn 1. Dersom denne hadde vore lik 1, ville uttrykket for marknadlikevekta i sertifikatmarknaden i det britiske systemet vore likt det ein fann i det svenske systemet.

Når eg då skal finne likevektsprisen på sertifikat i denne modellen, brukar eg likning (10), og omformar denne, slik at eg får sertifikatprisen åleine på venstre side. Eg brukar og likevektsuttrykket frå sertifikatmarknaden i likning (12).

$$\begin{aligned}\alpha\gamma s &= p(x) - q \rightarrow \\ s &= \frac{p(x) - q}{\alpha\gamma} \rightarrow \\ s &= \frac{p(x) - q}{\alpha\gamma} \\ \mathbf{(13)} \quad s &= \frac{p\left(\frac{z}{\alpha\gamma}\right) - q}{\alpha\gamma}\end{aligned}$$

5.4. Ein enkel numerisk modell

Ved å inkludere virkemåten til den britiske fondsordninga i den teoretiske modellen, skal eg sjå om det kan fins ei optimal tilpassing for leverandørane, der dei ikkje leverer inn alle dei pliktige sertifikata sine. Eg ser då om det fins tilpassingar der γ kan ligge i intervallet $[0,1]$. Før eg tek på fatt på hovuddelen av analysen, med den teoretiske modellen, har eg utarbeida ein enkel numeriske modell. Eg har då brukt oppsettet til den teoretiske modellen. Sjølv om eg brukar spesifikke funksjonar, stemmer dei overeins med dei eigenskapane som dei ulike funksjonane skal ha, i følgje modellen av Amundsen og Mortensen (2001). Ved å bruke spesifikke funksjonar og uttrykk, kan eg då prøve å sjå korleis sertifikatsystemet kan tenkast å oppføre seg. Eg brukte ein enkel etterspurnadsfunksjon, medan både dei svarte og grøne kostnadsfunksjonane er gitt ved enkle kvadratiske funksjonar. Når det gjeld kostnadsfunksjonen for grøn produksjonen, har denne og eit ekstra ledd. Dette tyder at den marginale kostnaden for grøn elektrisitet vil starte på eit høgare nivå enn det som er tilfellet for marginalkostnaden for svart produksjon. Begge marginalkostnadsfunksjonane er stigande. Likningane eg brukte, hadde følgjande form, før eg sette inn talverdiar.

- Etterspurnadsfunksjon: $\mathbf{A - dx}$
- Svart kostnadsfunksjon: $\mathbf{C(y) = \phi y^2}$
- Svart marginalkostnadsfunksjon: $\mathbf{C'(y) = 2\phi y}$
- Grøn kostnadsfunksjon: $\mathbf{H(z) = \lambda^2 + kz}$
- Grøn marginalkostnadsfunksjon: $\mathbf{H'(z) = 2\lambda z + k}$

I den numeriske modellen brukte eg og følgjande relasjonar

- $z = \alpha\gamma x$
- $C'(y) = q$
- $H'(z) = s + q$
- $S = h'(z) - c'(y)$

Til slutt brukte eg og at samla mengde elektrisitet er summen av elektrisitet frå fornybare og ikkje – fornybare kjelder. Ved å bruke likning (9), kan eg finne samanhengen mellom samla mengde elektrisitet og den delen av elektrisitet som kjem frå ikkje – fornybare kjelder.

$$x = y + z \rightarrow$$

$$x = y + \alpha\gamma x \rightarrow$$

$$(14) \quad y = (1 - \alpha\gamma)x$$

Når eg då set inn dei konkrete funksjonane mine i dei to førsteordensvilkåra mine, kunne eg finne uttrykk for dei endogene variablane x og γ . Dei to førsteordensvilkåra som eg brukte,

$$\text{var } \frac{\partial \pi}{\partial x_i} = 0 \quad \text{og} \quad \frac{\partial \pi}{\partial \gamma_i} = 0.$$

Ved å først finne eit uttrykk for x , kunne eg deretter bruke det til å finne eit uttrykk for γ . Når dette var gjort, kunne eg setje inn tal i dei bestemte funksjonane som eg brukte. Dette gav meg då verdiar for alle variablane i modellen. Etter å ha sett inn talverdiar, vart likningane mine gitt ved

- Etterspurnadsfunksjon: $80 - 2x$
- Svart kostnadsfunksjon: $C(y) = 0,25y^2$
- Svart marginalkostnadsfunksjon: $C'(y) = 0,5y$
- Grøn kostnadsfunksjon: $H(z) = 0,8z^2 + 30z$
- Grøn marginalkostnadsfunksjon: $H'(z) = 1,6z + 30$

Dei to parametrane eg var interessert i å endre, var det myndigheitsstyrte kvotekravet α og ”buy – out”, \bar{s} . Ved å endre på desse, kunne eg sjå korleis variablane vart påverka i den enkle numeriske modellen min. Forutan å sjå korleis oppfyllingsgraden γ vart påverka, har eg og

rapportert korleis grøn og svart produksjon, samt sertifikatprisen og samla elektrisitetskonsum vart påverka i modellen. Resultata er gitt i tabellane 2 - 6.

Tabell 2. Påverknad på oppfylingsgraden (γ)

	Kvotekrav (α)			
		0,1	0,2	0,3
"Buy – out"	10	0,56	0,49	0,44
(\bar{s})	20	0,97	0,80	0,71

Ut i frå tabell 2. ser ein korleis oppfylingsgraden vert påverka av dei myndigheitsstyrte parametrane. Ein ser at i den enkle modellen, vil ein høgare \bar{s} føre til at oppfylingsgraden er høgare, gitt nivået på kvotekravet. Når det gjeld auke i kvotekravet derimot, seier modellen at det vil påverke oppfylingsgraden negativt. Det kan være vanskeleg å sjå kvifor dette vil være tilfellet, og det er då viktig å ha med seg at min enkle numeriske modell ikkje fangar opp den heile og eksakte virkemåten til det britiske sertifikatsystemet.

Tabell 3. Påverknad på tradisjonell produksjon (y)

	Kvotekrav (α)			
		0,1	0,2	0,3
"Buy – out"	10	30,16	28,73	27,48
(\bar{s})	20	28,73	26,36	24,36

I følge tabell 3. ser ein at i den enkle modellen, har begge dei myndigheitsstyrte parametrane ein negativ effekt å på produksjonen tradisjonell elektrisitet. Dette kan nok sjåast ut i frå at ei sertifikatordning subsidierer grønne produsentar på kostnad av dei svarte produsentane.

Tabell 4. Påverknad på grøn produksjon (z)

	Kvotekrav (α)			
		0,1	0,2	0,3
"Buy – out"	10	1,80	3,09	4,15
(\bar{s})	20	3,09	5,05	6,55

Tabell 4. viser at både auke i α og \bar{s} vil ha ein positiv påverknad på den grøne produksjonen. Sjølv om dette er rimeleg ut i frå tanken om kva ei sertifikatordning skal gjere, må det igjen presiserast at resultata som kjem frå den numeriske modellen ikkje kan brukast som sikre bevis. Effekten på grøn produksjon er og noko eg kjem tilbake til når eg brukar den teoretiske modellen i analysen av det britiske sertifikatsystemet.

Tabell 5. Påverknad på samla etterspurnad etter elektrisitet (x)

	Kvotekrav (α)			
		0,1	0,2	0,3
"Buy – out"	10	31,96	31,82	31,63
(\bar{s})	20	31,82	31,41	30,91

Begge dei myndigheitsstyrte parametrane ser ut til å ha ei negativ effekt på samla etterspurnad etter elektrisitet. Dette kan komme av dei auka kostnadane for straumkundane, som følgje av sertifikatordninga. Den auka kostnaden kan då føre til ein redusert etterspurnad etter elektrisitet.

Tabell 6. Påverknad på sertifikatprisen (s)

	Kvotekrav (α)			
		0,1	0,2	0,3
"Buy – out"	10	17,79	20,58	22,89
(\bar{s})	20	20,58	24,89	28,30

Når det gjeld påverknaden på sertifikatprisen, ser det ut til at både auke i kvotekrav og "buy – out" vil ha ein positiv effekt. Dette kan komme av at begge kan auke etterspurnaden etter sertifikat, noko som kan ha ein effekt på prisen.

Eg har brukt Excel til å komme fram til verdiane i tabellane. Programmet tek ikkje omsyn til at dei ulike tala som er brukt for parametrane, talfestar svært forskjellige ting som kostnadar og etterspurnad. Alt vert rekna ut i same eining. Eg har likevel prøvd å sjå korleis variablane i modellen vert påverka ved endring i dei myndigheitsstyrte parametrane α og \bar{s} . Når det gjeld kvotekravet har eg prøvd med verdiar for det som skal tilsvare kvotekrav på 10%, 20 % og 30 %. Med "buy – out", var eg interessert i korleis det ville sjå ut med ein høg og ein låg verdi.

Eg prøvde då med høvesvis 10 og 20. Eg tenkte at då kan eg sjå kva som skjer ved ei dobling av \bar{s} . Fokuset har ikkje vore å gjenskape eksakte verdiar. Den numeriske modellen eg har brukt er svært enkel, og er ikkje eigna for å simulere eksakte resultat. Det er derfor viktig at ein ikkje tek dei resultata som vert rapportert her, som skråsikre resultat. Seinare i oppgåva vil eg bruke ein teoretisk modell med generelle funksjonar, for å sjå kor vidt eg kan sei noko om kva ein kan forvente av det britiske sertifikatsystemet. Det bør og nemnast at i den numeriske modellen, har eg brukt stigande marginale kostnadsfunksjonar for dei to typane elektrisitetsproduksjon. Seinare i oppgåva når eg brukar generelle funksjonar i analysen, vurderar eg og tilfellet med konstante marginkostnadar, for å kunne trekke nokre slutningar.

Ut i frå den enkle numeriske modellen eg har laga, finn eg at det kan være mulig med ein optimal tilpassing, der oppfyltingsprosenten γ ligg i det relevante intervallet $[0,1]$. Dette skjer samstundes som forholda mellom dei andre variablane og er rimelege. Eg får og at begge optimalitetsvilkåra mine er lik null, noko som er ein nødvendig for at verdiane av γ og x skal være optimale. Funnet mitt tyder og på at denne tilpassinga kan komme av den spesielle fondsordninga som vert brukt i det britiske sertifikatsystemet.

Sjølv om eg finn at det er mulig med ein tilpassing, der γ kan ligge i intervallet $[0,1]$, tyder ikkje det at det fins ein universell verdi som vil gjelde for ein kvar periode. For det første har eg ein forenkla modell, der eg har brukt spesifikke funksjonar. For det andre er det jo slik at dei parametrane som er styrt av myndigheitene vert endra for kvar periode. Dette vil då påverke dei andre parametrane og variablane i modellen, slik at ein kvar ny periode vil gi ein ny optimal tilpassing.

I min enkle numeriske modell, fann eg og ut at så lenge oppfyltingsprosenten ligg i det relevante intervallet $[0,1]$, vil sertifikatprisen være høgare enn "buy – out" – prisen. Dette kan ein sjå ut i frå tabell 6. Når oppfyltingsprosenten nærmar seg 1, går sertifikatprisen mot "buy – out" – prisen, og når γ er lik 1, er dei to prisane like. Ein nødvendig betingelse for at sertifikatprisen ligg under "buy – out" – prisen, er at oppfyltingsgraden ligg over 1.

5.5. Komparativ statikk

Slik som i den opphavlege modellen, kan eg sjå på kva som vert effekten når eg endrar på ulike parametrar i modellen. Sidan eg har gjort endringar i modellen, vil uttrykket for etterspurnaden etter elektrisitet være ulikt det tilsvarande uttrykket i den opphavlege modellen. I modellen min har eg og ein ekstra variabel ved oppfyllingsprosenten γ . Eg må då ta omsyn til begge optimalitetsvilkåra som eg har.

Ved å bruke likning (10), kan eg finne eit uttrykk for etterspurnaden. Dette vert då

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

Det andre optimalitetsvilkåret som eg må ta omsyn til, er henta frå likning (4).

$$\frac{\alpha x_i}{\gamma} \{\bar{s} - \gamma s\} = 0$$

Sidan uttrykket utanfor parentesen er ulik null, er eg interessert i tilfellet er uttrykket inne i parentesen er lik null. Dette skjer ved

$$(15) \bar{s} = \gamma s$$

Ved å bruke likningane (5) og (15), og setje desse inn i etterspurnadsfunksjonen, får eg følgjande uttrykk

$$(16) P(x) = c(y; \beta) + \alpha \bar{s}$$

Eg ser då at det som påverkar sluttbrukarprisen for straumkundane, er engrosprisen på straum, kvotekravet, og nivået på "buy – out". Dette skiljar seg frå det svenske systemet, der det var sjølve sertifikatprisen som spelte inn på sluttbrukarprisen. Sjølv om det britiske sertifikatsystemet kan ha ein sertifikatpris som ligg over "buy – out" – prisen, er det "buy – out" – prisen som spelar inn for straumkundane. Dette resultatet verkar og rimeleg, ved at det britiske systemet er organisert slik at "buy – out" – prisen fungerer som eit kostnadstak for straumkundane

Likning (16) kan og skrivast som ein marginal kostnadsfunksjon for elektrisitet, på same måten som i den opphavlege modellen. Eg set då inn frå likevektsvilkåret i likning (15).

Deretter erstatter eg sertifikatprisen med differansen mellom grensekostnadane for svart og grøn elektrisitet. Med litt rydding i uttrykket, få eg følgjande marginale kostnadsfunksjon

$$(17) P(x) = (1 - \alpha\gamma)c'(y; \beta) + \alpha h'(z)$$

Ut i frå likning (17), ser ein då at i likevekt, kan den marginale kostnadsfunksjonen skrivast som ein lineær samansetning av grensekostnadane for svart og grøn elektrisitet. Ein viktig forskjell frå det tilsvarande uttrykket i den svenske modelleringa, er at for eit gitt kvotenivå, vil andelen grøn elektrisitet utgjere ein mindre del av samansetninga i kostnadsfunksjonen. Dette vil være tilfellet så lenge γ er mindre enn 1. Så lenge ikkje alle sertifikata vert levert inn, vil då delen grøn elektrisitet være mindre.

Eg kan sjå på kva som vert effekten av endring i parametar på ulike endogene variablar. I modelleringa av det svenske systemet, såg eg på kva som vart effekten av å endre på kvotekravet α . Med dei endringane eg har gjort, er det ein ekstra parameter som vert kontrollert av myndigheitene. Dette er "buy – out" – prisen som vert justert av dei britiske myndigheitene på årleg basis.

Forutan å innføre ein ekstra parameter som vert satt av myndigheitene, har eg og inkludert ein ekstra endogen variabel. Dette er γ , som uttrykker oppfylingsgraden til leverandørane. Det vil då være interessant å sjå korleis denne variabelen vert påverka av endringar i dei myndigheitsstyrte parametrane.

Eg tek utgangspunkt i dei to likningane som visar førsteordensvilkåra mine. Desse er gitt ved likningane 15) og 16). Eg vil og bruke uttrykket for sertifikatprisen, som er differansen mellom grensekostnadane for grøn og svart elektrisitet. Dette kan skrivast som

$$(18) s = h'(z) - c'(y)$$

5.5.1. Effekten av endring i "buy – out"

I denne delen med komparativ statikk er eg interessert i å sjå korleis ulike variablar endrar seg, ved endringar i dei myndigheitsstyrte parametrane \bar{s} og α . Variablane eg vil undersøke er produksjonen av høvesvis svart og grøn elektrisitet, samla elektrisitetskonsum og oppfylingsgraden til leverandørane.

Først vil eg sjå på endringa i dei fire variablane, med omsyn på ei endring i \bar{s} .

Eg finn først effekten på samla elektrisitetskonsum, tradisjonell produksjon og fornybar produksjon, ved ei endring i ”buy –out”. Ved å differensiere likning 16), får eg då følgjande resultat

$$19) \frac{\partial x}{\partial \bar{s}} = \frac{\alpha \left(1 - \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \frac{\partial \gamma}{\partial \bar{s}} x \right)}{\frac{\partial P}{\partial x} - (1 - \alpha \gamma) \frac{\partial^2 c}{\partial y^2}}$$

Eg ser då at nemnaren i likning 19) er negativ, medan eg ikkje kan sei noko sikkert om teljaren. I brøken er det og eit endogent ledd i teljaren. Eg må få bestemt dette før eg kan sei noko konkret.

Effekten på produksjonen av svart elektrisitet ser eg frå følgjande likning

$$20) \frac{\partial y}{\partial \bar{s}} = \frac{\alpha \left((1 - \alpha \gamma) - \frac{\partial P}{\partial x} \frac{\partial \gamma}{\partial \bar{s}} x \right)}{\frac{\partial P}{\partial x} - (1 - \alpha \gamma) \frac{\partial^2 c}{\partial y^2}}$$

Ut i frå likning 20), ser eg at nemnaren er negativ, men grunna det endogene leddet i teljaren, kan eg ikkje sei noko om forteiknet til effekten på tradisjonell produksjon.

Når det gjeld effekten på fornybar produksjon, er denne lik

$$21) \frac{\partial z}{\partial \bar{s}} = \frac{\alpha \left(\alpha \gamma + \frac{\partial \gamma}{\partial \bar{s}} x \left(\frac{\partial P}{\partial x} - \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right) \right)}{\frac{\partial P}{\partial x} - (1 - \alpha \gamma) \frac{\partial^2 c}{\partial y^2}}$$

I denne likninga og, får eg at nemnaren er negativ, medan eg ikkje kan sei noko sikkert om teljaren.

Eg har då sett at eg ikkje har kunne sei noko sikkert om effektane på produksjon og etterspurnad etter elektrisitet. Ein sentral årsak til dette er det endogene uttrykket som seier

noko om effekten av endring i \bar{s} på oppfyllingsgraden γ . Eg må derfor finne eit forteikn for dette endogene uttrykket.

Den deriverte av likning 15), med omsyn på \bar{s} , er gitt ved følgjande likning

$$22) \frac{\partial \gamma}{\partial \bar{s}} = \frac{1 - \gamma \frac{\partial s}{\partial \bar{s}}}{s}$$

Denne likninga gir ikkje nokon klare svar på forteiknet for den deriverte av oppfyllingsgraden. Men ut i frå likning 22), kan ein sjå at den deriverte av oppfyllingsgraden og den deriverte av sertifikatprisen ikkje begge kan ha negative forteikn. Dei kan derimot ha positive forteikn, eller dei kan ha motsette forteikn.

For å sjå om eg kan finne eit bestemt forteikn for den deriverte av oppfyllingsgraden, differensierer eg likning 18), med omsyn på \bar{s} . Dette gjer eg for å sjå om eg kan bestemme den deriverte av γ indirekte. Ved å sjå på endringa i sertifikatprisen, kan eg deretter bruke likning 22), og prøve å sei noko om effekten på oppfyllingsgraden. Eg bruker då likning 18), set inn for x , og differensierer med omsyn på \bar{s} . Då får eg følgjande likning

$$\frac{\partial s}{\partial \bar{s}} = \frac{\partial x}{\partial \bar{s}} \left[\alpha \gamma \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} - (1 - \alpha \gamma) \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right] + \alpha x \frac{\partial \gamma}{\partial \bar{s}} \left[\frac{\partial^2 h}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right]$$

Deretter brukar eg likning 22), og set inn, for å få eit uttrykk for den deriverte av sertifikatprisen.

$$\frac{\partial s}{\partial \bar{s}} = \frac{\partial x}{\partial \bar{s}} \left[\alpha \gamma \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} - (1 - \alpha \gamma) \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right] + \alpha x \left(\frac{1 - \gamma \frac{\partial s}{\partial \bar{s}}}{s} \right) \left[\frac{\partial^2 h}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right]$$

$$23) \frac{\partial s}{\partial \bar{s}} = \frac{s \frac{\partial x}{\partial \bar{s}} \left[\alpha \gamma \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} - (1 - \alpha \gamma) \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right] + \alpha x \left[\frac{\partial^2 h}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right]}{\left(s + z \left[\frac{\partial^2 h}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right] \right)}$$

Ut i frå likning 23), ser eg at eg ikkje kan sei noko sikkert om forteiknet for endringa på sertifikatprisen. Eg kan derfor ikkje sei noko sikkert om forteiknet på oppfyllingsgraden, ved ei endring i \bar{s} .

No som eg utan hell har prøvd ein indirekte metode for å bestemme forteiknet på $\frac{\partial \gamma}{\partial \bar{s}}$, kan eg prøve ein meir direkte framgangsmåte. Eg differensierer då likning 18), med omsyn på \bar{s} .

$$\frac{\partial s}{\partial \bar{s}} = \frac{\partial x}{\partial \bar{s}} \left[\alpha \gamma \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} - (1 - \alpha \gamma) \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right] + \alpha x \frac{\partial \gamma}{\partial \alpha} \left[\frac{\partial^2 h}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right]$$

Deretter omformar eg likning 22), og set inn for $\frac{\partial \gamma}{\partial \bar{s}}$. På denne måten kan eg prøve å finne effekten av endring i \bar{s} på γ . Resultatet av denne operasjonen vert lik

$$24) \quad \frac{\partial \gamma}{\partial \bar{s}} = \frac{1 - \gamma \frac{\partial x}{\partial \bar{s}} \left[\alpha \gamma \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} - (1 - \alpha \gamma) \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right]}{s + z \left(\frac{\partial^2 h}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right)}$$

Eg ser at nemnaren i likning 24) er positiv, medan eg ikkje kan sei noko bestemt om teljaren.

Til no har eg gått ut i frå stigande marginalkostnadar for svart elektrisitet. Dette var og ein føresetnad i analysen av det svenske sertifikatsystemet, samt i den numeriske modellen. Som ein konsekvens har eg ikkje vore i stand til å komme fram til nokre konkrete resultat. Eg vil derfor gjere den forenklinga at eg går ut i frå konstante marginalkostnadar for tradisjonell elektrisitet. Dette tyder då at engrosprisen for elektrisitet og vil være konstant, etter som denne er lik grensekostnadane for svart elektrisitet. Ein kan sjå dette ut i frå likning 5).

Når eg gjer antakinga om konstante grensekostnadar, får eg at effekten av ei auke i \bar{s} på samla etterspurnad etter elektrisitet, vert negativ. Dette kan ein sjå ut i frå likning 19). Det tyder då at dersom myndigheitene hevar "buy – out" – prisen, vil effekten på samla elektrisitetskonsum være negativ. Årsaka til denne effekten, kan ein sjå ut i frå likning 16). Dersom \bar{s} aukar, og dei svarte grensekostnadane er konstante, vil ein få ei auke i sluttbrukarprisen på straum. Ein auka pris vil då føre til eit redusert etterspurnad etter elektrisitet.

Med eit negativt forteikn på $\frac{\partial x}{\partial \bar{s}}$, samt at $\frac{\partial^2 c}{\partial y^2} = 0$, får eg og eit bestemt forteikn for effekten

på oppfyllingsgraden. Når ein tek omsyn til den antakinga eg har gjort, kan likning 24) skrivast som

$$25) \frac{\partial \gamma}{\partial \bar{s}} = \frac{1 - \alpha \gamma^2 \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} \frac{\partial x}{\partial \bar{s}}}{s + z \left(\frac{\partial^2 h}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right)}$$

I følge likning 25), vil ei auke i ”buy – out”, ha ein positiv effekt på leverandørane oppfyllingsgrad. Dei vil med andre ord være interessert i å skaffe seg fleire sertifikat, dersom ein får ei auke i ”buy – out” – nivået. Intuisjonen bak dette forteiknet kan være at når \bar{s} aukar, så vil alternativkostnaden ved sertifikatkjøp gå opp. Då vil det være meir attraktivt for leverandørane å skaffe fleire sertifikat.

Då eg får ein positiv effekt i likning 25), får eg og ein bestemt effekt på produksjonen av tradisjonell elektrisitet. Med konstante grensekostnadar for svart elektrisitet, og eit positivt forteikn på $\frac{\partial \gamma}{\partial \bar{s}}$, vert effekten på produksjonen av svart elektrisitet negativ. Dette kan ein sjå ut i frå likning 20). Den negative effekten verkar og rimeleg. For det første, kan ein tenke seg at dersom ei auke i ”buy – out”, fører til at leverandørane vil skaffe fleire sertifikat, vil dette være ein fordel for grønne produsentar, på kostnad av tradisjonelle produsentar. For det andre har eg at i likevekt, vil samla elektrisitetskonsum være lik summen av dei to typane elektrisitetsproduksjon. Dersom ei auke i \bar{s} fører til eit fall i samla etterspurnad etter elektrisitet, må nettoeffekten på dei to typane produksjon og være negativ i likevekt. Ein reduksjon i produksjonen av svart elektrisitet samsvarar med dette.

Når det gjeld effekten på den grønne elektrisitetsproduksjonen ved ei auke i \bar{s} , vil denne være ubestemt, sjølv om eg går ut i frå at marginalkostnadane for svart produksjon er konstante. I følge modellen min, kan ein då ikkje garantere at den grønne elektrisitetsproduksjonen i vil auke, dersom ein får ei auke i \bar{s} .

Eit siste resultat som er verdt å merke seg, er at effekten av ei auke i \bar{s} på sertifikatprisen vil være ubestemt, når eg går ut i frå konstante marginalkostnadar for tradisjonell elektrisitet. Dette resultatet ser ein ut i frå likning 23).

5.5.2. Effekten av endring i kvotekravet

Som i førre avsnitt, byrjar eg med å differensiere likning 16). No ser eg på effekten av ei endring i α . Effekten på samla elektrisitetskonsum ved ei auke i kvotekravet er lik

$$26) \frac{\partial x}{\partial \alpha} = \frac{\bar{s} - \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} x \left(\gamma + \alpha \frac{\partial \gamma}{\partial \alpha} \right)}{\frac{\partial P}{\partial x} - (1 - \alpha \gamma) \frac{\partial^2 c}{\partial y^2}}$$

Likning 26) viser at sjølv om nemnaren er negativ, kan eg ikkje sei noko konkret om uttrykket. Dette kjem av det endogene leddet $\frac{\partial \gamma}{\partial \alpha}$ som er i teljaren.

Effekten av ei auke i kvotekravet på den produksjonen av svart elektrisitet, er gitt ved følgjande likning

$$27) \frac{\partial y}{\partial \alpha} = \frac{(1 - \alpha \gamma) \bar{s} - \frac{\partial P}{\partial x} x \left(\gamma + \alpha \frac{\partial \gamma}{\partial \alpha} \right)}{\frac{\partial P}{\partial x} - (1 - \alpha \gamma) \frac{\partial^2 c}{\partial y^2}}$$

Slik som i likning 26), ser ein at sjølv om nemnaren er negativ, gjer det endogene leddet i teljaren at eg ikkje kan sei noko konkret ut i frå likning 27).

Påverknaden på produksjonen av elektrisitet frå fornybare kjelder, er gitt i likning 28).

$$28) \frac{\partial z}{\partial \alpha} = \frac{\alpha \gamma \bar{s} + \left[\frac{\partial P}{\partial x} - \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right] x \left(\gamma + \alpha \frac{\partial \gamma}{\partial \alpha} \right)}{\frac{\partial P}{\partial x} - (1 - \alpha \gamma) \frac{\partial^2 c}{\partial y^2}}$$

Heller ikkje for denne likninga kan eg sei noko konkret om forteiknet. Nemnaren er framleis negativ, medan eg ikkje kan sei noko sikkert om teljaren.

Eg har sett at så lenge eg ikkje kan sei noko om forteiknet til det endogene leddet $\frac{\partial \gamma}{\partial \alpha}$, kan eg ikkje konkludere med nokon effektar av ei auke i kvotekravet. Neste steg vert derfor å finne eit forteikn for $\frac{\partial \gamma}{\partial \alpha}$. Eg startar då med å sjå på effekten av ei auke i α , i likning 15). Dette vert då lik

$$29) \frac{\partial \gamma}{\partial \alpha} = -\frac{\gamma \frac{\partial s}{\partial \alpha}}{s}$$

Likninga viser då at $\frac{\partial \gamma}{\partial \alpha}$ og $\frac{\partial s}{\partial \alpha}$ må ha motsette forteikn. Eg kan då bruke dette resultatet, saman med likning 18). Sidan eg er ute etter effekten av ei auke i kvotekravet, differensierer eg likning 18), med omsyn på α . Ved å gjere dette får eg

$$30) \frac{\partial s}{\partial \alpha} = \gamma x \left(\frac{\partial^2 h}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right) + \frac{\partial x}{\partial \alpha} \left(\alpha \gamma \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} - (1 - \alpha \gamma) \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right) + \alpha x \frac{\partial \gamma}{\partial \alpha} \left(\frac{\partial^2 h}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right)$$

For å finne eit uttrykk for den deriverte av sertifikatprisen, omformar eg likning 29), og set inn i likning 30).

$$\frac{\partial s}{\partial \alpha} = \gamma x \left(\frac{\partial^2 h}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right) + \frac{\partial x}{\partial \alpha} \left(\alpha \gamma \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} - (1 - \alpha \gamma) \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right) + \alpha x \left(-\frac{\gamma \frac{\partial s}{\partial \alpha}}{s} \right) \left(\frac{\partial^2 h}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right)$$

$$31) \frac{\partial s}{\partial \alpha} = \frac{\bar{s} x \left(\frac{\partial^2 h}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right) + s \frac{\partial x}{\partial \alpha} \left(\alpha \gamma \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} - (1 - \alpha \gamma) \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right)}{s + z \left(\frac{\partial^2 h}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right)}$$

Eg ser då at nemnaren er positiv, medan eg ikkje kan sei noko sikkert om teljaren. Den inneheld og eit endogent uttrykk, $\frac{\partial x}{\partial \alpha}$. Ei løysing kan då være å prøve ein meir direkte metode, slik som eg gjorde då eg skulle finne den deriverte med omsyn på \bar{s} . Då

differensierer eg likning 18) med omsyn på α , før eg set inn frå likning 29). Eg vil då prøve å sjå om dette gir meg eit klart forteikn for $\frac{\partial \gamma}{\partial \alpha}$. Resultatet vert då følgjande

$$32) \frac{\partial \gamma}{\partial \alpha} = \frac{-\gamma \left[\gamma x \left(\frac{\partial^2 h}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right) + \frac{\partial x}{\partial \alpha} \left(\alpha \gamma \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} - (1 - \alpha \gamma) \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right) \right]}{s + z \left(\frac{\partial^2 h}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right)}$$

Likning 32) viser at eg ikkje kan sei noko sikkert. Så lenge eg har endogene ledd i likninga som eg ikkje har bestemte forteikn på, kan eg ikkje konkludere med noko.

Sidan eg ikkje kjem fram til nokon konkrete resultat når eg går ut i frå stigande grensekostnadar for svart elektrisitet, prøver eg å gå ut i frå konstante svarte grensekostnadar i staden. Som i avsnitt 5.5.1., tyder det at engrosprisen på elektrisitet vert konstant.

Med den antakinga eg har gjort, får eg at samla elektrisitetskonsum vil gå ned, med ei auke i kvotekravet. I likning 26), ser ein at teljaren vil være positiv, medan nemnaren vert negativ. Ei auke i α vil auke sluttbrukarprisen, noko som vil føre til ein reduksjon i elektrisitetskonsumet. Dette resultatet fann eg og ved ei auke i \bar{s} , gitt at marginalkostnadane for svart elektrisitet er konstante.

Eg kan no sjå om eg finn eit klart forteikn for $\frac{\partial \gamma}{\partial \alpha}$ med den antakinga eg har gjort. Då vil likning 32) bli redusert til

$$33) \frac{\partial \gamma}{\partial \alpha} = \frac{-\gamma^2 \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} \left(x + \alpha \frac{\partial x}{\partial \alpha} \right)}{s + z \frac{\partial^2 h}{\partial z^2}}$$

Sjølv med den antakinga eg har gjort, får eg ikkje eit klart forteikn for $\frac{\partial \gamma}{\partial \alpha}$. Nemnaren er positiv, medan teljaren no er ubestemt. Når eg då ikkje klarar å få noko klart resultat ut i frå likningane mine, kan eg prøve å komme nærare eit svar, ved å bruke litt intuisjon.

Med konstante grensekostnader for tradisjonell elektrisitet, vil ei auke i kvotekravet føre til eit fall i samla etterspurnad etter elektrisitet. I likevekt har eg at etterspurnaden er lik den samla elektrisitetsproduksjonen frå tradisjonelle og fornybare kjelder. Dette tyder då at i likevekt, må nettoeffekten på produksjon, av ei auke i kvotekravet, være negativ. Dersom $\frac{\partial \gamma}{\partial \alpha}$ er positiv, vil ein få eit fall i produksjonen av svart elektrisitet. Dette ser ein ut i frå likning 27). Dette kan være rimeleg dersom ei auke i kvota faktisk fører til høgare oppfyltingsprosent, vil dette være ein fordel for dei grøne produsentane, på kostnad av dei tradisjonelle produsentane. Men det må påpeikast at denne effekten ikkje kan sjåast direkte ut i frå dei uttrykka eg har komme fram til.

Sjølv med mine antakingar, gir ikkje analysen noko klart svar for korleis den fornybare produksjonen vert påverka. Likning 28), viser at forteiknet for $\frac{\partial z}{\partial \alpha}$ vil være ubestemt, sjølv om eg antar at marginalkostnadane for produksjonen av tradisjonell elektrisitet er konstante. Eg kan då ikkje med visse sei om ei auke i kvotekravet faktisk vil auke den fornybare produksjonen.

Det er og verdt å merke seg at dersom det hadde vore tilfellet at $\frac{\partial \gamma}{\partial \alpha}$ er positiv, vil effekten på sertifikatprisen være negativ. Dette kan ein sjå ut i frå likning 29). Dette kan kanskje forklarast med at dersom oppfyltingsgraden til leverandørane går opp, vil dette ha ein negativ effekt på storleiken på "buy – out" – fondet, og dermed på sertifikatprisen.

6. Drøfting

I oppgåva mi har eg gjennomført analyser av dei grøne sertifikatsystema i høvesvis Sverige og Storbritannia. Ut i frå dei resultata eg har komme fram til, har målet vore å samanlikne dei to systema, og sjå om eg kan sei noko om kor vidt det eine systemet er å føretrekke føre det andre. Eg har hatt størst fokus på det britiske systemet, og sett på den spesielle fondsordninga som vert brukt der, og fokusert på rolla til leverandørane. Før eg tok fatt på hovuddelen av analysen av det britiske systemet, brukte eg og ein enkel numerisk modell for å sjå litt kva ein kunne forventa av analysen. Den numeriske modellen var bygd på den teoretiske modellen. Det viste seg at dei resultata som eg fann i den numeriske modellen, ikkje var like enkle å komme fram til, med den teoretiske modellen. Dette var ikkje uventa, då den numeriske

modellen ikkje var meint å gjenskape eksakt dei faktiske verdiane og forholda idet britiske sertifikatsystemet. Men med ekstra antakingar i den teoretiske modellen, kom eg fram til nokre av resultatata som vart rapportert frå den numeriske modellen.

I kapittel 3 såg eg på det svenske sertifikatsystemet, medan analysen av det britiske systemet vart presentert i kapittel 5. Analysane viste at dei endringane som eg gjorde i den opphavlege modellen, førte til fleire interessante resultat.

Først kan det nemnast at endringane mine førte til at eg fann at den optimale marginalkostnadsfunksjonen vart endra i det britiske systemet. Dette kom som ein følge av at eg inkluderte leverandørane tilpassing i den britiske fondsordninga. Eit resultat vart då at andelen av grøn elektrisitet i samansetninga av elektrisitet ville bli redusert. Eit anna resultat var at likevekta i sertifikatmarknaden vart endra. I likevekt vart både tilbod og etterspurnad lågare i sertifikatmarknaden. Dette heng nok saman med punktet eg nemnde ovanfor, nemleg at andelen grøn elektrisitet vert redusert i min modell av det britiske sertifikatsystemet. Det verkar logisk at målet med ei grøn sertifikatordning er å bringe fram mest mulig grøn elektrisitet på ein effektiv måte. Marginalkostnadskurva for elektrisitet viser samansetninga av svart og grøn elektrisitet. Dersom sertifikatordninga fungerer optimalt, bør andelen grøn elektrisitet være maksimert. Skulle det derimot være faktorar som hindrar effektivitet, er det gjerne slik at dette ikkje er tilfellet. Ut i frå dei analysane eg gjorde, verkar det som leverandørane tilpassing kan være til hinder for effektiviteten til den britiske sertifikatordninga. På denne måten verkar det som det britiske sertifikatsystemets design ikkje oppnår same effektivitet som det svenske.

Eit viktig moment i analysane mine, har vore å sjå korleis sertifikatordningane fungerer ved å endre på parametrar som vert kontrollert av myndigheitene. Gjennom bruk av komparativ statikk, har eg prøvd å sjå på virkemåtene til dei to sertifikatsystema, og om ein kan trekke noko interessant ut av ei samanlikning av analysane. I den svenske ordninga var det kvotekravet som var den myndigheitsstyrte parameteren, medan ein i den britiske ordninga og må ta omsyn til det fastsette "buy – out" – nivået.

Det første resultatet som står fram, er at der det ikkje like openbart korleis endringar i sertifikatordninga vil slå ut i den britiske ordninga, i forhold til den svenske. Når dette er sagt er det heller ikkje opplagd at ei sertifikatordning basert på det svenske designet er den mest

effektive måten å støtte ny fornybar elektrisitetsproduksjon. Med dei føresetnadane som vert brukt i modellen, er det einaste handfaste resultatet at ein får ein negativ effekt på tradisjonell elektrisitetsproduksjon. Dersom ein og går ut i frå konstante marginalkostnadar for tradisjonell elektrisitet, viste analysen og at samla etterspurnad etter elektrisitet ville gå ned.

I analysen av det britiske sertifikatsystemet viste det seg at med dei opphavlege føresetnadane, var det ikkje mulig å sjå nokre klare effektar. For å komme fram til nokre konkrete resultat, måtte eg gjere antakinga om at marginalkostnadane for svart elektrisitet var konstante. Denne antakinga førte og til at engrosprisen på elektrisitet vart konstant i modellen min. Sjølv med dei forenklingane eg gjorde, vart det ikkje så mange klare resultat å spore. Ein av desse er at samla elektrisitetskonsum ville gå ned ved både auke i ”buy – out” og kvotekravet. Samstundes fann eg at tradisjonell elektrisitetsproduksjon ville gå ned, medan oppfyllingsgraden til leverandørane ville gå opp, ved ei auke i ”buy – out”. Dette verkar og rimeleg, at ein høgare alternativkostnad ved sertifikatkjøp skal fungere stimulerande i sertifikatordninga. Men når det gjeld endringar i kvotekravet, var det ikkje mulig å finne klare resultat, sjølv med dei forenklingane eg gjorde. Som nemnd tidlegare, fann eg berre at ein med visse kunne sei at samla etterspurnad etter elektrisitet ville gå ned, gitt at grensekostnadane for svart elektrisitet var konstante.

Det verkar då som meir komplekse designet på det britiske systemet, ikkje evna å gje meir konkrete resultat enn det meir forenkla svenske systemet, tvert i mot. Det burde være ei målsetning for eit kvart virkemiddel at det er enkelt og effektivt. Dersom ein gjer systemet meir komplekst, bør då grunnen være at det skal gjere systemet betre og meir effektivt. Ut i frå dei analysane eg har gjort, verkar ikkje dette tilfellet for den britiske sertifikatordninga. Når ein då samanliknar med det svenske sertifikatsystemet tyder då analysane på at det enkle gjerne er det beste.

Når det gjeld fokuset på produksjonen av grøn elektrisitet i sertifikatordningane, fann eg samsvarande resultat for dei to sertifikatsystema. Ei auke i dei myndigheitsstyrte parametrane kan ikkje garantere ein positiv effekt på grøn elektrisitetsproduksjon. Då eg får det same resultatet for begge sertifikatordningane, er jo dette ein svakhet som råkar begge systema. Eg har tidlegare vore inne på at det vert diskutert kor vidt grøne sertifikat er den beste støtteordninga for å fremje produksjonen av grøn elektrisitet. Mine resultat viser at det kan ha noko for seg å ha ein diskusjon rundt dette.

Når eg går gjennom ei drøfting av resultata eg har fått, og prøver å sei noko om det eine systemet er å føretrekke, kan det og være interessant å sjå kor vidt dei to sertifikatsystema har oppnådd sine fastsette målsetningar. Desse målsetningane kjem i form av årlege mål. Sidan sertifikatordningane er meint å stimulere til auka produksjon av elektrisitet frå fornybare kjelder, er det då naturleg å tenke seg at jo betre eit sertifikatsystem presterer i forhold til målsetningane, jo betre kan ein sei at systemet fungerer. Det kan sjølvstøtt være fleire faktorar som spelar inn, men generelt sett vil ein kunne sei noko om kor bra eit sertifikatsystem fungerer, ved å sjå på kor bra det presterer.

I det svenske systemet er dei årlege målsetningane sett ved at ein oppgjev årlege akkumulerte mengder av ny produksjon av elektrisitet frå fornybare kjelder. Oversikten over korleis det svenske sertifikatsystemet har prestert, er presentert i tabell 2.

Tabell 7. Prestasjonen til det svenske sertifikatsystemet

År	Kvotekrav	Prognose for ny akkumulert grøn elektrisitet (TWh)	Faktisk akkumulert auke
2003	7,4	0,64	1,96
2004	8,1	1,35	4,55
2005	10,4	3,65	4,8
2006	12,6	5,89	5,66
2007	15,1	8,96	6,76
2008	16,3	10,3	8,54
2009	17,0	9,31	9,07
2010	17,9	10,81	11,55

Tala i tabellen er samla inn frå dei årlege rapportane som vert utgitt av dei svenske energimyndighetene. Meir spesifikt frå Svenska Energimyndigheten (2010) og Svenska Energimyndigheten (2011).

Som tabell 7. viser, ser ein at det svenske systemet har prestert bra ut i frå dei prognosane som dei myndighetene har utarbeida. Ein kan spørje seg om det er eit behov for å lage prognosar for kor mykje som vil bli produsert, når ein allereie har fastsett kvotekrav. Marknaden vil då tilpasse seg med omsyn til nivå av produksjon. Uansett, så ser ein at i Sverige verkar systemet å ha prestert bra. Dette må seiast å være ein styrke for det svenske sertifikatsystemet.

Ordninga med ein straffepris som er sett til å være 150 % av eit veid gjennomsnitt for dei siste tolv månadane, gjer at straffeprisen ikkje fungerer som eit fast pristak som kan hindre effektiviteten til systemet.

Sjølv om prestasjonen til det svenske systemet ser imponerende ut, er det viktig å merke seg at ikkje all den nye produksjonen faktisk kjem i frå nye anlegg. Anlegg som vart tekne i bruk før 2003, kvalifiserte og for sertifikat. Dette står i kontrast til det britiske systemet. Men her fins det og eldre anlegg som kvalifiserte for sertifikat. Dette kjem av at produksjonsanlegg som var med i den gamle NFFO – ordninga fekk støtte gjennom sertifikatordninga, då ein gjekk over frå NFFO til ei sertifikatordning (Toke, 2005).

Det svenske sertifikatsystemet har frambrakt store mengder fornybar elektrisitetsproduksjon, men størsteparten kjem frå eldre anlegg som starta opp før sertifikatordninga tredde i kraft. Ting tydar likevel på at den svenske ordninga med elsertifikat er i stand til å løfte fram ny produksjon. Dette kan sjåast ut i frå dei mange planlagde prosjekta (Svenska Energimyndigheten, 2009). Dessutan har bidraget frå anlegg tatt i bruk etter 2003, auka frå 2,5 TWh i 2008, til 5,6 TWh i 2010 (Svenska Energimyndigheten, 2011). Samstundes vil ikkje nokon produksjonsanlegg som vart tekne i bruk før 2003 være kvalifisert for sertifikat etter 2014. Skal det svenske sertifikatsystemet fortsette å prestere etter dette, er dei avhengige av store bidrag frå nye produksjonsanlegg.

I det britiske systemet er målsetninga gitt ved at det vert sett kvotekrav for kvar periode. Korleis prestasjonen til det britiske systemet har vore, kan ein sjå ut i frå tabell 8. Det er verdt å merke seg at tala som vert oppgitt i tabellen, gjeld for Storbritannia og Nord – Irland, samla sett. Sidan det i all hovudsak er det same systemet som vert brukt i alle områda, vert statistikken presentert samla.

Tabell 8. Prestasjonen til det britiske sertifikatsystemet.

År	Kvotekrav	Oppnådd	Oppnådd av målsetning (%)
2002	3	1,8	60
2003	4,3	2,2	51
2004	4,9	3,1	63
2005	5,5	4	73
2006	6,7	4,5	67
2007	7,9	4,8	61
2008	9,1	5,3	58
2009	9,7	6,7	69
2010	11,1	7	63

Tala som viser kvotekrava er henta frå The Renewables Obligation Order (2002) og DECC (2009). Når det gjeld tala som viser kor stor del av målsetningane som vert oppnådd, er desse henta frå årlege rapportar som omhandlar energistatistikk i Storbritannia og Nord – Irland. Tala er henta frå DUKES (2005), DUKES (2006), DUKES (2007), DUKES (2008), DUKES (2009), DUKES (2010) og DUKES (2011).

Ut i frå tabell 8., ser ein at det britiske sertifikatsystemet presterer relativt dårlegare enn det svenske. Dersom dette kjem av at dei kvotepliktige leverandørane tilpassar seg, og ikkje leverer inn alle dei pålagde sertifikata, må dette kunne seiast å være ein svakhet ved det britiske sertifikatsystemet. I tabell 8. ser ein at produksjonen har ligge under det fastsette målet kvart år. Dei britiske myndigheitene er klar over at produksjonsnivået for grøn elektrisitet ligg under målsetningane. Men dei har og uttalt at så lenge det vert produsert betydelege mengder grøn elektrisitet kvart år, betraktar dei ikkje gapet mellom produksjon og målsetning som eit alvorleg problem (DECC, 2005). Myndigheitene har heller peika på behovet for at sertifikatprisen held seg høg, då dette er viktig for å gjere det attraktivt å fase inn meir produksjon av grøn elektrisitet. Storbritannia har svært gode føresetnadar for å kunne bygge ut store mengder offshore – vindkraft, noko som har høge kostnader. I så måte vil det være ønskeleg at sertifikatprisen ikkje fell for mykje. Innføringa av ordninga med såkalla takhøg, viser og at myndigheitene ønskjer å halde sertifikatprisen høg (Woodman & Mitchell, 2011). På den eine sida, vil dette føre til at ein ikkje vil nå dei årlege målsetningane. Men på den andre sida, vil det sikre at sertifikatprisen held seg høg, noko som vert sett på som

ein viktig føresetnad for å bringe fram meir ny produksjon av grøn elektrisitet frå meir kostnadskrevjande teknologiar. Ein kjem likevel ikkje utanom at den britiske sertifikatordninga verkar å være designa slik at den er ueigna for å oppnå dei skisserte målsetningane. Dette er og noko som vert poengtert av Woodman og Mitchell (2011).

I det svenske systemet derimot, har dei i stor grad greidd å nå dei målsetningane som dei har sett seg. Samstundes har systemet i Sverige oppnådd gode resultat med ei sertifikatordning som er meir forenkla enn den britiske ordninga. I staden for å innføre ekstra insentiv i form av ei fondsordning, har dei brukt ein flytande straffepris, der dei innkrevja midlane går til statskassa. Det svenske systemet har og prestert bra, utan at det har vore behov for å gjere endringar for å unngå å hamne i ein situasjon der ein faktisk når dei skisserte målsetningane.

Når det gjeld kva slags type produksjon vert løfta fram, er det hovudsakleg ganske likt i dei to systema. Det er biomasse, vindkraft og vasskraft som har stått for dei største bidraga (Svenska Energimyndigheten, 2011 ,DUKES, 2006, DUKES, 2011). Sertifikatordningane i Sverige og England og Wales vart begge designa med omsyn på kostnadseffektivitet. Dette førte då til at dei mest modne og billigaste teknologiane ville bli fasa inn i elektrisitetsmarknaden. Men i det britiske systemet vart det etter kvart innført ei ordning med differensierte sertifikattildelingar. Dette var eit virkemiddel for å sikre at den nye produksjonen av grøn elektrisitet kom frå meir varierte kjelder (DTI, 2007). Ei ulempe med ei slik endring kan være at det bidreg til å gjere sertifikatsystemet meir komplekst. Samstundes fører denne endringa til at ein faktisk går vekk i frå den opphavlege ideen som låg bak det britiske sertifikatsystemet.

7. Andre moment

I oppgåva har eg fokusert på leverandørane og deira rolle i det britiske systemet. Dette var utgangspunktet for samanlikninga med det svenske sertifikatsystemet, der eg prøvde å sei noko om kor vidt det eine sertifikatsystemet vil være å føretrekke føre det andre. Likevel er det slik at det sjeldan berre er ein måte å sjå ting på, og det kan være andre moment og andre perspektiv som kan være verdifulle.

Det kan kanskje tenkast at dei låge produksjonsnivåa innanfor det britiske sertifikatsystemet spelar inn på leverandørane oppfyllingsprosent. Med låge produksjonsnivå vil og prisen på sertifikat gå opp. Eg har gått ut i frå at produsentane vil produsere det dei kan, i analysane mine. Zhou (2012) har sett på om det kan være høve for produsentane å påverke ved å halde

produksjonen nede, for å sikre seg ein høgare sertifikatpris. Han ser både på produsentar både i perfekte og uperfekte marknadar, samt ulike typa produsentar. Sjølv om han finn at det kan være tilfellet at produsentane kan halde produksjonen nede, visar ikkje analysane at dette vil skje med visse.

Ut i frå dette, kan det sjå ut som det ikkje er gitt at produsentane av elektrisitet vil tilpasse seg i den britiske sertifikatordninga, for å på denne måten heve sine inntekter. Det kan og nemnast at dersom dette skulle være tilfellet, er det ikkje gitt at det er noko som nødvendigvis er spesielt for det britiske sertifikatsystemet. Dersom produksjonen vert haldt nede av produsentane i det svenske systemet, vil den flytande straffeprisen stige ytterlegare. Det vil då være meir attraktivt for leverandørane å skaffe sertifikat. Men når ein ser på det svenske systemet i praksis, ser det ikkje ut som om produsentane tilpassar seg. Ut i frå dei målsetningane som har vorte sett, har den svenske sertifikatordninga prestert veldig bra. Samstundes har oppfyltingsprosenten til leverandørane ligge rundt 100 % dei siste åra.

Når det gjeld forskjellane mellom prestasjonane til det svenske og det britiske sertifikatsystemet, er det og viktig å ha med seg at det og kan være andre faktorar som har spelt inn. Eksempel på slike kan være ineffektive planleggingsprosessar og flaskehalsar i straumnett. Sjølv om det har vore påpeikt at desse faktorane har slått negativt ut i Storbritannia (Wood & Dow, 2011), har nok desse forholda gjort seg gjeldande i Sverige. Det kan kanskje være med på å forklare kvifor mesteparten av den nye fornybare produksjonen ikkje kjem frå anlegg som er starta opp etter 2003 (Bergek & Jacobsson, 2010). Når eit land har ambisjonar om storstilt kraftutbygging, vil det og være behov for oppgradering og utbygging av straumnett, for å få kopla til ny produksjon. Dersom dette ikkje er til stades, vil dette kunne setje ein brems på ny produksjon. Med fornybar produksjon som vasskraft og vindkraft, er dette teknologiar som er sterkt påverka av vêrforhold. Sidan dette er dei typane teknologi som vert mest utbygd i både Sverige og Storbritannia, er det ikkje unaturleg at ein kan oppleve variasjon i produksjonen.

Når det gjeld framtida til det britiske sertifikatsystemet, så ventar det store endringar. Frå 2017 vil det ikkje lenger være mulig for nye fornybare prosjekt å kvalifisere for sertifikatordninga. Då vil nye prosjekt motta støtte frå det nye støttesystemet som vert innført. Dette vil være ei ”feed – in tariff” ordning. Sertifikatsystemet vert endeleg fasa ut i 2037.

Det er verdt å merke seg at berre 15 år etter at sertifikatordninga vart innført i Storbritannia, så vert den stengd for nye prosjekt, medan det nye støttesystemet vil være oppe og gå frå 2014. Dette kjem som ein konsekvens av at dei britiske myndigheitene ikkje er nøgd med ordninga. Det vert trekt fram at sertifikatordninga ikkje har vore effektiv nok til å bringe fram ny kapasitet, eller vore god nok til å hjelpe Storbritannia med den planlagde overgangen til ein såkalla lav – karbonøkonomi. Det vert og påpeika at det vil være ønskeleg å utvide kapasiteten med fleire forskjellige teknologiar, for å betre sikre leveringstryggleiken. Heller ikkje på dette punktet er dei britiske myndigheitene nøgde med si eiga sertifikatordning (DECC, 2011).

8. Konklusjon

Eg har sett på dei grønne sertifikatordningane i Sverige og England/Wales, og gjennom analysar av desse, har eg prøvd å sjå om det var mulig å sei noko om det var eit av systema som var føretrekk. Eg har lagt mest fokus på det britiske systemet. Sjølv om det fins fleire forskjellar i designet på sertifikatordningane i Sverige og Storbritannia, har eg trekt fram den særeigne fondsordninga som vert brukt i den britiske ordninga, og hatt fokus på rolla til leverandørane. Med dette som utgangspunkt har eg brukt ein teoretisk modell for å analysere og drøfte resultatata frå dei to systema opp mot kvarandre. Eg har og prøvd å illustrere med ein enkel numerisk modell, som var bygd på den teoretiske modellen. Den numeriske modellen vart brukt for å gi ein peikepinn på kva ein kunne forventa frå den teoretiske analysen.

Eg vurderte den britiske sertifikatordninga med det utgangspunktet at det kunne være høve for dei kvotepliktige leverandørane å tilpasse seg, ved å ikkje skaffe seg alle dei pålagde sertifikata. For det første, viste analysen min at andelen grøn elektrisitet som ville bli brukt i den britiske ordninga ville være relativt mindre enn det som var tilfellet i den svenske ordninga. I likevekt kunne ein då og forvente at tilbod og etterspurnad etter grønne sertifikat ville være lågare i det britiske sertifikatsystemet, enn det som var tilfellet i det svenske.

Med tanke på korleis dei to systema ville reagere på endringar, i form av auke i høvesvis kvotekrav og ”buy – out”, fann eg og interessante resultat. Der den svenske ordninga står som ei meir forenkla ordning, var det og enklare å komme fram til meir handfaste resultat. I den meir komplekse britiske ordninga var det slett ikkje like lett å komme fram til korleis systemet ville oppføre seg. Då målet bør være enkle og effektive verkemiddel, burde ekstra

kompleksitet berer være nødvendig dersom dette fører til auka effektivitet. Dette verka ikkje å være tilfellet for den grønne sertifikatordninga i Storbritannia.

Når dette er sagt, så må ein og ta med at sjølv om analysen av den svenske ordninga viste fleire konkrete resultat enn i den britiske ordninga, er det og ankepunkt mot den svenske ordninga. Det einaste konkrete resultatet som kunne visast ut i frå dei gjeldande føresetnadane, var at ei auke i kvotekravet ville ha ein negativ påverknad på produksjonen av svart elektrisitet. Dersom ein og antok at marginalkostnadane for svart elektrisitet var konstante, kunne ein og vise at samla etterspurnad etter elektrisitet ville gå ned. Analysen av det britiske systemet, viste at med dei gjeldande føresetnadane var det ikkje mulig å finne nokon konkrete resultat gjennom bruk av komparativ statikk. For å komme fram til noko, måtte det gjerast fleire antakingar, og sjølv ikkje då, var det mulig å komme fram til mange konkrete resultat. Men med antakinga om konstante grensekostnadar for produksjonen av svart elektrisitet, fann eg at auke i dei myndigheitsstyrte parametrane ville ha ein negativ effekt på samla etterspurnad etter elektrisitet. Eg fann då og at ei auke i \bar{s} ville ha ein positiv effekt på oppfyllingsgraden til leverandørane, samstundes som effekten på svart elektrisitetsproduksjon ville være negativ.

Eit punkt som derimot var felles for dei to sertifikatsystema, var at verken auke i kvotekravet eller "buy – out", kunne garantere ein positiv effekt på produksjonen av grøn elektrisitet. Dette viser at ein kan stille spørsmålsteikn med kor vidt ei ordning med grønne sertifikat er den beste løysinga for fremjinga av ny fornybar produksjon.

Forutan om at den svenske ordninga verkar å komme relativt betre ut av det enn den britiske ordninga, ut i frå dei teoretiske analysane, såg dette og ut til å være tilfellet når ein såg kort på korleis sertifikatordningane har prestert i praksis. Her er det og viktig å presisere at det kan være fleire faktorar som kan spele inn, men det generelle inntrykket talar i favør av den svenske sertifikatordninga.

Det kan og være andre perspektiv og tilnærmingar som kan brukast for å komme nærare eit svar om kva for ei sertifikatordning som verkar å være å føretrekke av den svenske og den britiske. Men ut i frå mine analysar, verkar det rimeleg å stille seg spørsmålet om kvifor ein skal føretrekke den meir komplekse britiske utgåva. Ikkje berre verkar den svenske ordninga så gi fleire klare resultat i den teoretiske analysen. Men samstundes ser det ut til at den kan

vise til ein relativt betre prestasjon, ut i frå dei gitte målsetningane. Det er og verdt å ta med seg at berre 15 år etter oppstarten av den britiske sertifikatordninga, vert den stengd for nye prosjekt, og erstatta av ei ny støtteordning. Det verkar då å være ganske opplagd at den britiske sertifikatordninga ikkje har fungert optimalt, noko dei britiske myndigheitene har teke konsekvensane av.

Referansar

- Amundsen, E.S. (2009). Mål og midler i EUs energi – og klimapolitikk: Et kritisk syn. *Samfunnsøkonomen*, nr. 7/2009.
- Amundsen, E.S, Baldurson, F.M. & Mortensen, J.B. (2006). Price Volatility and Banking in Green Certificate Markets. *Environmental & Resource Economics*, 35 (2006), p. 259-287.
- Amundsen, E.S. & Mortensen, J.B. (2001). The Danish Green Certificate System: some simple analytical results. *Energy Economics*, 23 (2001), p. 489-509.
- Amundsen, E.S. & Nese G. (2009). Integration of tradable green certificate markets: What can be expected?. *Journal of Policy Modeling*. 31 (2009), p. 903-922.
- Bergek, A. & Jacobsson, S. (2010). Are tradable green certificates a cost – efficient policy, driving technical change, or a rent – generating machine? Lessons from Sweden 2003 - 2008. *Energy Policy*. 38 (2010), p. 1255 – 1271.
- Bye, T. (2009). Det perfekte sertifikat. *Samfunnsøkonomen*, nr. 9/2009.
- Bye, T. & Bruvoll, A. (2008). Multiple Instruments to change energy behavior: The emperor`s new clothes?. *Energy Efficiency*, 1 (2008), p. 373-386.
- Bye, T. & Hoel, M. (2009). Grønne sertifikater – dyr og formålsløs fornybar moro. *Samfunnsøkonomen*, nr. 7/2009.
- Bye, T., Olsen, O.J. & Skytte, K. (2002). Grønne sertifikater – design og funksjon. *Rapporter 2002/11*, Statistisk Sentralbyrå.
- Bøhringer, C. & Rosendahl, K.E. (2009). Satsing på fornybar kraft = satsing på kullkraft. *Samfunnsøkonomen*, nr. 7/2009.

Bøhringer, C. & Rosendahl, K.E: (2010). Green promotes the dirtiest: on the interaction between black and green quotas in energy markets. *Journal of Regulatory Economics*. 37 (2010), p. 316-325.

DECC (2005). *2005 – 06 Review of the Renewables Obligation, preliminary consultation document*. Tilgjengeleg frå:

http://www.decc.gov.uk/assets/decc/what%20we%20do/uk%20energy%20supply/energy%20mix/renewable%20energy/policy/renew_obs/key_stages/ro_0506_review/file21115.pdf. (Nedlasta 19 januar 2012).

DECC (2009). *Calculating the level of the Renewables Obligation*. Tilgjengeleg frå:

http://www.decc.gov.uk/assets/decc/What%20we%20do/UK%20energy%20supply/Energy%20mix/Renewable%20energy/renewable%20energy%20policy/renewables%20obligation/1_20091001145510_e_@@_CalculatingtheleveloftheRenewablesObligation.pdf. (Nedlasta 19 januar 2012).

DECC (2010). *Calculating the Level of the Renewables Obligation 2011/12*. Tilgjengeleg frå:

<http://www.decc.gov.uk/assets/decc/What%20we%20do/UK%20energy%20supply/Energy%20mix/Renewable%20energy/renewable%20energy%20policy/renewables%20obligation/585-RO-level-2011-12-methodology.pdf>. (Nedlasta 19 januar 2012).

DECC (2011). *Electricity Market Reform White Paper 2011 – Executive Summary*. URL:

http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/legislation/white_papers/emr_wp_2011/emr_wp_2011.aspx (Nedlasta 8 mai 2012).

DTI (2007). *Renewable Energy: Reform of the Renewables Obligation (URN 07/636) May 2007*. Tilgjengeleg frå: www.berr.gov.uk/files/file39497.pdf . (Nedlasta 27 mars 2012).

DUKES (2005). *Digest of United Kingdom Energy Statistics 2005*. Tilgjengeleg frå:

<http://www.decc.gov.uk/media/viewfile.ashx?filepath=statistics/publications/dukes/file10737.pdf&filetype=4&minwidth=true>. (Nedlasta 18 januar 2012).

DUKES (2006). *Digest of United Kingdom Energy Statistics 2006*. Tilgjengeleg frå:
<http://www.decc.gov.uk/media/viewfile.ashx?filepath=statistics/publications/dukes/dukes06.pdf&filetype=4&minwidth=true>. (Nedlasta 18 januar 2012).

DUKES (2007). *Digest of United Kingdom Energy Statistics 2007*. Tilgjengeleg frå:
<http://www.decc.gov.uk/media/viewfile.ashx?filepath=statistics/publications/dukes/dukes07.pdf&filetype=4&minwidth=true>. (Nedlasta 18 januar 2012).

DUKES (2008). *Digest of United Kingdom Energy Statistics 2008*. Tilgjengeleg frå:
<http://www.decc.gov.uk/media/viewfile.ashx?filepath=statistics/publications/dukes/dukes08.pdf&filetype=4&minwidth=true>. (Nedlasta 18 januar 2012).

DUKES (2009). *Digest of United Kingdom Energy Statistics 2009*. Tilgjengeleg frå:
http://www.decc.gov.uk/media/viewfile.ashx?filetype=4&filepath=Statistics/publications/dukes/1_20100208131106_e_@@_dukes09.pdf&minwidth=true. (Nedlasta 18 januar 2012).

DUKES (2010). *Digest of United Kingdom Energy Statistics 2010*. Tilgjengeleg frå:
<http://www.decc.gov.uk/media/viewfile.ashx?filetype=4&filepath=Statistics/publications/dukes/348-dukes-2010-printed.pdf&minwidth=true&minwidth=true>. (Nedlasta 18 januar 2012).

DUKES (2011). *Digest of United Kingdom Energy Statistics 2011*. Tilgjengeleg frå:
<http://www.decc.gov.uk/media/viewfile.ashx?filetype=4&filepath=11/stats/publications/dukes/2312-dukes-2011--full-document-excluding-cover-pages.pdf&minwidth=true>. (Nedlasta 18 januar 2012).

EU (2009). *Directive 2009/28/EC of the European Parliament and the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC*. Tilgjengeleg frå:
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:EN:PDF>. (Nedlasta 25 august 2011).

- EU (2010a). *Citizens` summary – EU climate and energy package*. Tilgjengeleg frå:
http://ec.europa.eu/clima/policies/package/docs/climate_package_en.pdf. (Nedlasta 20 september 2011)
- EU (2010b). *What is the EU doing on climate change?*. Tilgjengeleg frå:
http://ec.europa.eu/clima/policies/brief/eu/index_en.htm. (Nedlasta 20 september 2011).
- Haas, R., Panzer, C., Resch, G., Ragwitz, M., Reece, G. & Held A. (2011). A historical review of promotion strategies for electricity from renewable energy sources in EU countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 15 (2011), p. 1003-1034.
- Hagem, C. & Rosendahl, K.E. (2011). Elsertifikater og fornybar kraft: Mål eller middel? *Samfunnsøkonomen nr. 3/2011*.
- Held, A., Haas, R. & Ragwitz, M. (2006). On the success of policy strategies for the promotion of electricity from renewable energy sources in the EU. *Energy & Environment*. 17 (6), p: 849-868.
- Kallbekken, S. (2012). Et foregangsland med en troverdig og langsiktig klimapolitikk? *Samfunnsøkonomen, nr. 1/2012*.
- Lag om elsertifikat (2003). *Lag (2003: 113) om elsertifikat*. Tilgjengeleg frå:
<http://www.notisum.se/rnp/sls/lag/20030113.htm>. (Nedlasta 19 august 2011).
- Lipp, J. (2007). Lessons for effective renewable electricity policy from Denmark, Germany and United Kingdom. *Energy Policy*. 35 (2007), p. 5481-5495.
- McCleary, W. (1991). The Earmarking of Governmental Revenue: A Review of Some World Bank Experience. *The World Bank Observer*. 39 (1991), p. 81 – 104.
- Mitchell, C. & Connor, P. (2004). Renewable energy policy in the UK 1990 – 2003. *Energy Policy*, 32 (2004), p. 1935 – 1947.

- Mitchell, C., Bauknecht, D. & Connor, P.M. (2006). Effectiveness through risk reduction: a comparison of the renewable obligation in England and Wales and the feed – in system in Germany. *Energy Policy*, 34 (2006), p. 297-305.
- Morthorst, P.E. (2000). The development of a green certificate market. *Energy Policy*, 28 (2000), p. 1085-1094.
- NAO (2005). Department of Trade and Industry – Renewable Energy. *HTC 210 Session 2004-2005*. Tilgjengeleg frå: <http://www.nao.org.uk//idoc.ashx?docId=448e1c57-43a5-47d8-99b1-9e344622f2ba&version=-1>. (Nedlasta 1 september 2011).
- OFGEM (2005). *The Renewables Obligation – OFGEM's second annual report*. Tilgjengeleg frå: http://www.viewsofscotland.org/library/docs/OFGEM_Second_Annual_Report_Feb05.pdf. (Nedlasta 25 november 2011).
- OFGEM (2009). *Renewables Obligation – Annual report 2007 – 2008*. Tilgjengeleg frå: http://www.ofgem.gov.uk/Sustainability/Environment/RenewablObl/Documents1/Annual%20report%202007-08_Version%204.pdf. (Nedlasta 17 november 2011).
- OFGEM (2011). *Renewables Obligation: Annual Report 2009-10*. Tilgjengeleg frå: <http://www.ofgem.gov.uk/Sustainability/Environment/RenewablObl/Documents1/RO%20Annual%20Report%202009-10.pdf>. (Nedlasta 25 august 2011).
- OFGEM (2011b) *Renewables Obligation – Total obligation levels for 2010 -11*. Tilgjengeleg frå: <http://www.ofgem.gov.uk/Media/PressRel/Documents1/RO%20Info%20Note%205%20August%202011.pdf>. (Nedlasta 28 november 2011).
- Perman, R., Ma, Y., McGilvray, J. & Common, M. (2003). *Natural Resource and Environmental Economics*. 3rd edition. Harlow, Pearson.
- Ringel, M. (2006). Fostering the use of renewable energies in the European Union: the race between feed – in tariffs and green certificates. *Renewable Energy*. 31 (2006), p. 1-17.

SNL (2011). *Klimakonvensjonen*. Tilgjengelig frå: <http://snl.no/Klimakonvensjonen>.
(Nedlasta 11 oktober 2011).

Svenska Energimyndigheten (2010). *The Electricity certificate system, 2009*. Tilgjengelig frå: http://213.115.22.116/System/ViewResource.aspx?p=Energimyndigheten&rl=default:/Resources/Permanent/Static/a5d714314206422c8b48b2f4a5ba1b7a/ET2009_40wNew.pdf. (Nedlasta 14 april 2011).

Svenska Energimyndigheten (2011). *Elcertifikatsystemet 2011*. Tilgjengelig frå: <http://webbshop.cm.se/System/TemplateView.aspx?p=Energimyndigheten&view=default&cat=/Broschyrrer&id=1599d77efaaa4743997507fc99f5fa66>. (Nedlasta: 7 oktober 2011).

The Renewables Obligation Order (2002). *Electricity, England and Wales: The Renewables Obligation Order 2002 No. 914*. Tilgjengelig frå: http://www.opsi.gov.uk/si/si2002/uksi_20020914_en.pdf. (Nedlasta 18 januar 2012)

The Renewables Obligation Order (2002). *Electricity, England and Wales: The Renewables Obligation Order 2002 No. 914*. Tilgjengelig frå: http://www.opsi.gov.uk/si/si2002/uksi_20020914_en.pdf. (Nedlasta 18 januar 2012)

The Renewables Obligation Order (2009). *Electricity, England and Wales: The Renewables Obligation Order 2009 No. 785*. Tilgjengelig frå: http://www.legislation.gov.uk/uksi/2009/785/pdfs/uksi_20090785_en.pdf. (Nedlasta 2 september 2011).

The Renewables Obligation (Amendment) Order (2010). *Electricity, England and Wales: The Renewables Obligation (Amendment) Order 2010 No. 1107*. Tilgjengelig frå: http://www.legislation.gov.uk/uksi/2010/1107/pdfs/uksi_20101107_en.pdf. (Nedlasta 2 september 2011).

Toke, D. (2005). Are green electricity certificates the way forward for renewable energy? An evaluation of the United Kingdom`s Renewables Obligation in the context of international comparisons. *Environment and Planning C: Government and Policy*. 23 (2005), p. 361-374.

Toke, D. & Lauber, V. (2007). Anglo – Saxon and German approaches to neoliberalism and environmental policy: The case of financing renewable energy. *Geoforum*. 38 (2007), p. 677 – 687.

Woodman, B. & Mitchell, C. (2011). Learning from experience? The development of the Renewables Obligation in England and Wales 2002-2010. *Energy Policy*, 39 (2011), p. 3914 – 3921.

Zhou, H. (2012). *Impacts of renewables obligation with recycling of the buy – out fund*. Energy Policy. Tilgjengeleg frå: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2012.03.061> (Nedlasta 26 april 2012).