

Energieffektivisering og hvite sertifikater – nødvendig energipolitikk eller feilslått klimapolitikk?

av

Eigil Knutsen

Masteroppgave

Masteroppgaven er levert for å fullføre graden

Master i samfunnsøkonomi

Universitetet i Bergen, Institutt for økonomi

Juni 2013

UNIVERSITETET I BERGEN



Forord

Arbeidet med denne masteroppgaven har pågått i perioden august 2012 til juni 2013, og avslutter en toårig mastergrad i samfunnsøkonomi ved Universitetet i Bergen. Til tross for et arbeid med omfattende faktainnhenting og krevende utregninger, har det siste året vært givende og gitt faglig inspirasjon.

Jeg vil uttrykke en stor takknemlighet til min veileder Eirik S. Amundsen for hjelp til valg av problemstilling, stødig veiledning underveis i skriveprosessen, samt spennende diskusjoner om energi- og miljøpolitikk.

Studiestipendet gjennom Samarbeidsavtalen BKK-UiB har gitt meg muligheten til å være heltidsstudent (for første gang), og har således gitt et betydelig bidrag til mitt arbeid med denne oppgaven.

Jeg vil også takke studievenner på Institutt for økonomi for nyttige tips, fruktbare diskusjoner og generelt godt studiemiljø. Til slutt vil jeg takke min samboer, Linda, for motivasjon og oppmuntring gjennom hele skriveprosessen.



Eigil Knutsen, Bergen 2. juni 2013

Sammendrag

Energieffektivisering og hvite sertifikater – nødvendig energipolitikk eller feilslått klimapolitikk?

av

Eigil Knutsen, Master i samfunnsøkonomi

Universitetet i Bergen, 2013

Veileder: Eirik S. Amundsen

I denne oppgaven vil følgende problemstilling belyses:

Hvorfor skal myndighetene sørge for mer energieffektivisering, og hvordan vil hvite sertifikater påvirke energimiksen?

Energisparing og energieffektivisering har vært på myndighetenes dagsorden i flere europeiske land samt USA siden 80-tallet. Enkelte økonomer, politikere og klimaforkjempere har tatt til orde for at Norge bør innføre hvite sertifikater, for å gi nok incentiver til energieffektivisering. Grunnlaget for hvite sertifikater i Norge blir diskutert i et eget kapittel.

Hvite sertifikater (med en vid definisjon) er innført i ulik form i Belgia, Danmark, Irland, Italia, Frankrike og Storbritannia. Fordelen med sertifikatsystemer er at de ikke belaster offentlige budsjetter med mer enn administrasjonskostnadene, i motsetning til for eksempel subsidier. I tillegg skal sertifikathandelen sørge for lik grensekostnad ved tiltak for mer energieffektivisering, noe som gir kostnadseffektivitet.

Innføringen av hvite sertifikater må sees i sammenheng med utviklingen i energimarkedene i Europa, og de siste tiårs liberalisering av disse. Direktivene om energieffektivitet og energitjenester fra 2006 og 2012 blir gjennomgått for å få et overblikk over hva som er EU-kommisjonens virkemidler og mål for energieffektivisering.

Flandern (Belgia), Danmark og Irland har systemer som forplikter aktører i energimarkedet til å spare energi. Disse er ikke sertifikatsystemer med mulighet for handel, men blir kort beskrevet for å vise spennvidden i hvordan myndigheter i ulike land sørger for mer energieffektivisering. Systemene for hvite sertifikater i Frankrike, Italia og Storbritannia blir gjennomgått mer i detalj for å beskrive hvordan systemene er utformet, og hvordan de fungerer i praksis. En matematisk modell blir utledet, med sikte på å beskrive et energimarked og et sertifikatsystems påvirkning på markedet. Denne modellen blir så simulert for å se hvordan markedsaktørene reagerer dersom myndighetene krever at det skal spares mer energi. Myndighetene kan ha et mål om å spare energi, men hvordan målet utformes har stor betydning for hvilke virkemidler som bør brukes. Dette belyses i en utvidelse av den matematiske modellen.

Argumentene for (og mot) offentlig inngripen for å sikre energieffektivisering er flerfoldige, og blir gjennomgått med et kritisk søkelys mot slutten av oppgaven. Dersom målet er å redusere CO₂-utslippene er det flere som hevder at energieffektivisering gjør vondt verre. Dette er bare en av problemstillingene myndighetene må ta hensyn til dersom de vurderer å innføre hvite sertifikater i Norge.

Innholdsfortegnelse

Forord	ii
Sammendrag	iii
Innholdsfortegnelse	v
Tabeller.....	vii
Figurer	viii
1. Bakgrunn for hvite sertifikater: markedsstruktur og regulering.....	9
1.1 Kraftmarkedet i Europa	10
1.2 EUs direktiver om energieffektivitet og energitjenester	14
1.2.1 2006-direktivet	14
1.2.2 2012-direktivet	16
2. Sparekrav og sertifikatsystemer: utforming, fordeler og utfordringer	19
2.1 Forpliktete parter	19
2.2 Energiserviceselskaper (ESCOer)	21
2.3 Markedsstruktur	22
2.4 Forutsetninger for et velfungerende TWC-system.....	23
2.5 Gevinster og ulemper ved energieffektivisering og sertifikater.....	26
2.5.1 Gevinster	26
2.5.2 Ulemper	27
2.6 Oppsummering	28
3. Utvalgte sertifikatsystemer: utforming, resultater og evaluering.....	29
3.1 Flandern (Belgia).....	29
3.2 Danmark	30
3.3 Irland	30
3.4 Italia.....	31
3.5 Frankrike	35
3.6 Storbritannia	38
3.7 Evaluering av TWC-systemene.....	41
3.7.1 Metode for evaluering	41
3.7.2 Evaluering av kostnader	43
3.7.3 Evaluering av gevinster ved TWC-systemene	46
3.7.4 Evaluering av kostnadseffektivitet	46
3.8 Oppsummering	47
4. Er det grunnlag for hvite sertifikater i Norge?	52
4.1 Kraftsektoren i Norge	52
4.2 Det nordiske kraftmarkedet	54
4.2.1 Nord Pool – den nordiske kraftbørsen.....	54
4.2.2 Sluttbrukermarkedet	55
4.2.3 Kraftutveksling med utlandet	56
4.3 Behovet for økt energieffektivisering i Norge	56
4.4 Oppsummering	58
5. Matematisk modell og analyse for hvite sertifikater	59
5.1 Modellen.....	59
5.2 Analyse av økte sparekravs påvirkning på energimiksen	62
5.2.1 Utrekning.....	62
5.2.2 Tolkning av derivasjon.....	64
5.2.3 Prisgrenser	65

5.3 Oppsummering	67
6. Simulering av et energimarked med hvite sertifikater	68
6.1 Modell for simulering.....	68
6.2 Resultater.....	71
7. Ulike mål og virkemidler for energisparing	73
7.1 Mål om energisparing som andel av vanlig energi.....	74
7.2 Mål om bestemt mengde energisparing	76
7.3 Mål om redusert mengde vanlig energi.....	78
7.4 Oppsummering	80
8. Simulering av tre ulike virkemidler med tre ulike mål	81
8.1 Mål om energisparing som andel av vanlig energi.....	81
8.1.1 Metode for andelsmål.....	81
8.1.2 Resultater med andelsmål.....	82
8.1.3 Oppsummering	84
8.2 Mål om bestemt mengde energisparing	85
8.2.1 Metode for bestemt mengde energisparing	85
8.2.2 Resultater med bestemt mengde energisparing	86
8.2.3 Oppsummering	89
8.3 Mål om redusert mengde vanlig energi.....	89
8.3.1 Metode for redusert mengde vanlig energi.....	89
8.3.2 Resultater med mål om redusert mengde vanlig energi	91
8.3.3 Oppsummering	93
9. Diskusjon: Gevinster ved energieffektivisering	94
9.1 Regulering for energieffektivisering: god klimapolitikk eller mer forbruk?	94
9.2 Samfunnets overskudd ved regulering for energisparing.....	96
9.3 Hvorfor energieffektivisering?	97
9.4 Effektiv politikk for reduksjon av CO ₂ -utslipp	99
10. Konklusjon	101
Referanser.....	105

Tabeller

Tabell 1: Markedskonsentrasjon i kraftproduksjon.....	12
Tabell 2: Markedskonsentrasjon i kraftleveranser	12
Tabell 3: Markedsutvikling og status for ESCOer	22
Tabell 4: Forpliktete parters kostnader	44
Tabell 5: Fordeling av kostnader i Storbritannia og Frankrike	45
Tabell 6: Hovedelementer i TWC-systemene i Storbritannia, Italia og Frankrike	50
Tabell 7: Lavenergiutvalgets anslag for sparepotensial	57
Tabell 8: Simulering av energimarked med hvite sertifikater	70
Tabell 9: Sertifikater for andelsmål.....	83
Tabell 10: Avgift for andelsmål	83
Tabell 11: Subsidier for andelsmål.....	83
Tabell 12: Subsidier for bestemt mengde energisparing	88
Tabell 13: Avgift for bestemt mengde energisparing.....	88
Tabell 14: Sertifikater for bestemt mengde energisparing	88
Tabell 15: Avgift for bestemt mengde vanlig energi	92
Tabell 16: Subsidier for bestemt mengde vanlig energi.....	92
Tabell 17: Sertifikater for bestemt mengde vanlig energi	92

Figurer

Figur 1: Det italienske TWC-systemet.	32
Figur 2: Det franske TWC-systemet.	36
Figur 3: Det britiske TWC-systemet.	39
Figur 4: Norsk kraftproduksjon 2004-2011	53
Figur 5: Energibruk i byggsektoren	57
Figur 6: Energimiks og sertifikatpris med sparekrav	71
Figur 7: Overskudd med sparekrav	72
Figur 8: overskudd med andelsmål	85
Figur 9: overskudd med bestemt mengde energisparing.....	89
Figur 10: overskudd med redusert mengde vanlig energi	93

1. Bakgrunn for hvite sertifikater: markedsstruktur og regulering

EUs klima- og energipakke ble lagt frem i mars 2007, og vedtatt av Europaparlamentet i desember 2008 (Directive 2009/28/EC). I denne lovteksten ble det bestemt at medlemslandene skal spare 20 pst. av sitt energiforbruk, i all hovedsak gjennom økt energieffektivitet. Disse reduksjonene skal være kostnadseffektive (Bertoldi & Rezessy 2008). Dette skal tilsvare årlige besparelser opp mot 60 milliarder Euro, eventuelt et års energikonsum i Tyskland og Finland til sammen. Klima- og energipakken inneholder også krav og tiltak for å redusere utslippene av klimagasser, samt øke andelen av fornybar energi i energimiksen.

Det er flere grunner til at energieffektivitet står høyt på den politiske agendaen. For det første hevdes det at økt energieffektivitet i produksjon og konsum er nødvendig for å redusere forbruket (og dermed CO₂-utslippene). I tillegg er det store potensielle besparelser for konsumenter gjennom lavere strømgjeld. Kritiske røster hevder at energieffektivisering ikke reduserer energiforbruket, snarere tvert i mot. Kritikerne mener også at dette er særskilt unødvendig i Norge, av to grunner. For det første kommer nesten all vår kraft i fra fornybare energikilder, i hovedsak fra vannkraft. Dermed vil ikke et redusert kraftforbruk redusere CO₂-utslippene i Norge. For det andre går vi mot et rikelig kraftoverskudd frem mot 2020, mye på grunn av de grønne sertifikatene (Amundsen & Bye 2012). Dermed er det nødvendig å stille kritiske spørsmål rundt sammenhengen mellom økt forsyningssikkerhet, reduserte CO-utslipp og energieffektivisering for Norges del.

EU har restrukturert kraftmarkedet, med tre forskjellige direktiver i 1996, 2003 og sist i 2009. Direktivet i 2003 (Directive 2003/54/EC) innebar at alle konsumenter (også husholdninger) fritt kan velge sin strømleverandør fra og med 1. juli 2007. Liberaliseringen medførte økt konkurranse mellom leverandørene, som presset kraftprisene nedover i starten av restruktureringen (Pollitt 2009). En slik situasjon kan gjøre at leverandørene protesterer mot direkte reguleringer (som for eksempel krav om energisparing), som kunne krympet marginene ytterligere. På den andre siden kan økt konkurranse gi leverandørene incentiver til å yte bedre service til sine kunder, blant annet ved å bistå dem med energieffektivisering (Bertoldi & Rezessy 2008). Kapitlet begynner med en gjennomgang av observerte og forventede effekter av disse EU-direktivene.

1.1 Kraftmarkedet i Europa

EU-direktivet om energisektoren i 1996 omhandlet en harmonisering av reguleringer i et felles kraftmarked (Directive 96/92/EC). 2003-direktivet igangsatte en storstilt markedsliberalisering for strøm og gass. Endringene i 2003-direktivet ble fullført i 2007. EU-kommisjonens (Europakommisjonen)¹ mål var (og er) å sikre fri etablering i markedet, og dermed åpne det opp for nye aktører. Dette skal øke antallet konkurrenter både innen produksjon og salg, og redusere markedsandelene til tidligere monopolister. Kommisjonen har også et mål om å redusere konkurransehemmende effekter i sektoren som vertikal integrasjon², ulovlig samarbeid og usikker energitilgang.

Dereguleringen av kraftmarkedet har fire komponenter; 1) privatisering av offentlige eiendeler innen kraftsektoren, 2) åpning av markedet for konkurranse, 3) oppbrytning av vertikal integrasjon i produksjon og salg, og 3) opprettelse av en uavhengig regulator³. Storbritannia og Tyskland var først ute med å privatisere sine kraftmarkeder, og de eneste som fullprivatiserte markedene innen EUs frist (utgangen av 2007). Et av målene med restruktureringen er å redusere tidligere monopolisters markedsrett. Av de store nasjonene i EU er det kun i Storbritannia som har oppnådd dette (den største leverandøren har en markedsrett på mindre enn 20 pst.). I Frankrike har den største leverandøren, EDF (Électricité de France), over 80 pst. markedsandel. I følge Pollitt (2009) bør ikke total markedsandel for de tre største leverandørene overstige 60 pst. for å opprettholde en sunn konkurranse. Tallenes tale er nedslående i så henseende; i de aller fleste medlemsland er dette tallet over 80 pst. En annen indikator på god konkurranse i kraftmarkedet kan være i hvor stor grad kundene bytter leverandør. Kun i Sverige er denne raten over 10 pst. per år. I mange EU-land er denne raten på 0 pst.

Andre tegn på at markedet fungerer kan være fallende og konvergerende priser, forbedret bruk av ledig kapasitet, økt arbeidsproduktivitet i sektoren, diversifisert ressursgrunnlag, samt stabil energisikkerhet. Strømkonsumenter kan deles inn i tre grupper; husholdninger, middels stor industri og stor industri. Alle disse gruppene opplevde et prisfall på kraft frem til 2003,

¹ EU-kommisjonen er den utøvende myndighet (som en regjering) innen Den europeiske union. Hvert medlemsland har et medlem, og Europakommisjonens arbeid ledes av presidenten (José Manuel Durão Barroso siden 2004).

² Vertikalt integrerte selskaper i en sektor har samme eier, som dermed medfører aggregert profittmaksimering for produsent og leverandør.

³ En regulator er en offentlig etat som er underlagt regjeringen. Etaten skal opptre uavhengig i sine avgjørelser i enkeltsaker, men følge nasjonal og internasjonal lovgivning.

1. Bakgrunn for hvite sertifikater: markedsstruktur og regulering

hvor prisene begynte å øke. Relative kraftpriser i EU sammenlignet med USA var lavere mellom 1999 og 2005, etter det har den relative prisen gått opp. Dette tar dog ikke hensyn til at dollaren deprimerte mot Euroen i denne perioden (OANDA). I perioden mellom 1998 og 2007 har det vært priskonvergens mellom husholdninger og middels stor industri, hvor førstnevntes priser har gått ned og sistnevntes priser har gått opp. Fortsatt eksisterer det store forskjeller i priser og beskatning av kraftsektoren blant medlemslandene, men en ser tegn til at tilknyttede markeder har en viss priskonvergens, som for eksempel Danmark og Tyskland (Pollitt 2009).

Det er vanskelig å måle om bruken av ledig kapasitet er forbedret. Dette skyldes blant annet at produksjonen av vindkraft har økt (EWEA), noe som gjør det vanskelig å måle maksimal kapasitet. Produksjonen av vindkraft er avhengig av værforhold, som ikke nødvendigvis påvirker maksimal etterspørsel etter kraft. I følge EU er dog forholdet mellom tilbud og etterspørsel i markedet forbedret (European Commission 2004). Reformene i kraftsektoren har gitt tydelige produktivetsgevinster. Mellom 1995 og 2005 økte produktiviteten i all industri om lag 5 pst., mens innen strøm-, gass- og vannkraftproduksjon økte den med over 20 pst. Kildene til energiproduksjonen har også blitt mer diversifiserte, først og fremst på grunn av økt produksjon av gass og fornybar kraft. Denne forbedringen blir imidlertid mindre når en tar med EUs østutvidelse i 2007⁴. Energisikkerheten i EU under reformperioden har vært stabil, ifølge Yu & Pollitt (2009). De har studert antall avisoppslag om strømbrudd, og har funnet at det ikke er en signifikant forskjell under perioden.

Når økonomer skal vurdere bedriftenes prestasjoner, ser en på indikatorer som øker samfunnets velferd. Dette innebærer en mer kompetitiv markedsstruktur, flere sammenslåinger dersom det gir effektivitetsgevinster, samt profittnivå i en tid med økte investeringskrav. For å ha en kompetitiv markedsstruktur, må det være mange selskaper med lave markedsandeler. I EU blir over 40 pst. av alle strømkunder forsynt av fire leverandører. Dette ville i følge Pollitt (2009) ikke vært noe problem dersom de var like store i ethvert marked. Pollitt brukte en grense på maks 60 pst. for de tre største leverandørene. Problemet er at disse fire er kraftig konsentrert i sine hjemmemarkeder (Frankrike, Italia og Tyskland).

⁴ Bulgaria og Romania ble medlemmer av EU fra og med 1. januar 2007.

1. Bakgrunn for hvite sertifikater: markedsstruktur og regulering

EU-kommisjonen konkluderte i 2007 med at det fortsatt er store problemer med konkurransen i kraftmarkedet (European Commission 2007). Konkurransemyndighetene i EU, Kommisjonens generaldirektorat for konkurranse, skal følge nøye med på sammenslåinger. Det fastslås at vertikal integrasjon er et problem for konkurransen, og at det er ønskelig å splitte opp eierskap i sektoren. Dette har møtt motstand fra store medlemsland som Frankrike og Tyskland, som for øvrig har langt igjen for å oppnå en sunn konkurranse i kraftmarkedet. Storbritannia, Sverige og Finland nevnes av land som har gjort betydelige steg mot en bedre konkurranse i sektoren. De siste årene (2005-2010) har antall strømleverandører blitt redusert fra 2167 til 1833 selskaper i Europa (Karapinar 2012). I tabellene under vises nøkkeltall fra produksjons- og leverandørleddet i kraftmarkedet.

Tabell 1: Markedskonsentrasjon i kraftproduksjon

	Antall selskaper med mer enn 5 % av produksjonskapasiteten		Markedsandel (%) til de tre største selskapene	
	2006	2007	2006	2007
<i>Frankrike</i>	1	1	93	93
<i>Italia</i>	5	5	66,3	61,2
<i>Norge</i>	5	6	43,7	40
<i>Storbritannia</i>	6	8	37,5	41

Kilde: World Energy Council (2010)

Tabell 2: Markedskonsentrasjon i kraftleveranser

	Antall leverandører med markedsandel > 5 %							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<i>Frankrike</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Italia</i>	3	1	2	3	3	3	2	3
<i>Norge</i>	4	4	4	4	5	4	5	5
<i>Storbritannia</i>	7	7	7	7	7	7	6	6

Kilde: Karapinar (2012)

Som tabellene viser, er det få selskaper i de utvalgte kraftmarkedene. Frankrike, Italia og Storbritannia er valgt siden de har innført hvite sertifikater og vil bli mer omtalt i denne oppgaven. Norge er valgt for å sammenligne med disse landene. Frankrike skiller seg ut som et ekstremt konsentrert marked. Her er EDF alene om å være leverandør av en viss størrelse. På produksjonssiden er situasjonen samme, hvor EDF også opererer. Selskapet er verdens største innen kraftsektoren (Forbes 2009), og har 83 pst. av produksjonskapasiteten i Frankrike, og over 80 pst. markedsandel på leverandørsiden.

1. Bakgrunn for hvite sertifikater: markedsstruktur og regulering

En forventet effekt av markedsliberaliseringen var sammenslåinger av bedrifter i kraftmarkedet. Dette har også funnet sted, blant annet i Tyskland og Frankrike. Sammenslåinger kan gi ønskede effektivitetsgevinster, men den største andelen av oppkjøp mellom 2000 og 2009 har ført til økt vertikal integrasjon. Vertikal integrasjon fører ofte til en svekket konkurranse, siden bedrifter som opererer i flere ledd i distribusjonskjeden kan skape etableringshindringer for nykommere (Motta 2004). Pollitt (2009) har sett på kraftselskapenes finansielle prestasjoner i perioden 1992-2009. Aksjer i europeiske kraftselskaper er målt opp mot en miks av ”vanlige” aksjeandeler. Kraftselskapene underpresterte i den første perioden med liberalisering (1996-2000), men siden den gang har aksjene i kraftselskapene gjort det bedre enn de vanlige aksjene.

En ønsket effekt av restruktureringen av kraftmarkedet har hele tiden vært en reduksjon i klimagassutslipp, samt å øke produksjonen av fornybar energi. Her bruker EU flere virkemidler, hvor bærebjelken er EU ETS (The EU emissions trading system) - EUs klimavotesystem. ETS har hatt en viss suksess, men lave kvotepriser har vært med på å utsette nødvendige tiltak (Ellerman et al. 2010). De siste årene har det vært et større fokus på fornybar energi, og spesielt vindkraft. Utbyggingen av denne fornybare energikilden har økt kraftig, men økningen kompenserer kun for det observerte fallet i kraftproduksjon fra vannkraft (Pollitt 2009).

For å oppsummere har EUs direktiver for kraftsektoren åpnet og standardisert markedene. Det observeres en økt handel over grensene, reguleringen er bedre, noe prisfall har funnet sted og en viss grad av priskonvergens er ifølge de Silva & Soares (2008) observerbar. Men fortsatt er konkurransen for dårlig; mange steder har prisene økt og divergert siden 2003, og fortsatt har markedsaktører betydelig markedsrett. Pollitt (2009) avslutter sin artikkel med følgende konklusjon:

”Indeed many of the future challenges facing the EU on climate change and renewable can only be sensibly addressed in the long run with a functioning EU wide electricity (and emissions) market.”

1.2 EUs direktiver om energieffektivitet og energitjenester

1.2.1 2006-direktivet

I år 2000 utformet EU-kommisjonen en handlingsplan for økt energieffektivitet i EU. Forslaget innebar en forbedring av energiintensiteten⁵ på 1 pst. i året, i tillegg til forbedringer i et referansescenario, ofte kalt et BAU-scenario⁶. Handlingsplanen ble støttet av Det europeiske råd og Europaparlamentet. EUs direktiv om energieffektivitet ble så lansert av kommisjonen i desember 2003, og vedtatt 5. april 2006. Målet er å fremme energieffektivitet i EU, samtidig som medlemslandene gis stor frihet på hvordan det skal oppnås (ECEEE 2006). Direktivet skal også bidra til økt sikkerhet i energiforsyningen. Hovedargumentet for økt energieffektivitet er likevel å redusere utslippene av CO₂. Ifølge EU står menneskelige aktiviteter i energisektoren for så mye som 78 pst. av EUs totale utslipp av drivhusgasser. Med dette tallet i mente er det klart hvorfor EU fokuserer på energisektoren for å redusere sine utslipp.

2006-direktivet oppfordrer medlemsland til å utnytte potensielle kostnadseffektive energibesparelser. Det pekes på at dette vil kunne øke EUs innovasjonsgrad og konkurransevne. Medlemsland kan også iverksette DSM-tiltak («demand side management»)⁷. Hvite sertifikater er et slikt tiltak, som det altså åpnes for og oppfordres til i direktivet. Medlemslandene skal sørge for sterke incentiver på etterspørselssiden for energieffektiviseringstiltak, blant annet ved at offentlig sektor skal gå foran i innkjøpsrutiner ved å stille krav om energieffektivisering. Som beskrevet i eget kapittel har EU liberalisert kraftmarkedene gjennom tre direktiver. Disse har ført til økt effektivitet og lavere kostnader for produsenter og distributører av energi. I 2006 da EU-direktivet ble vedtatt, kunne en ikke se tegn til en økt etterspørsel etter energitjenester som følge av liberaliseringen. Mer energitjenester er ønsket for å få mer energieffektivisering på en kostnadseffektiv måte.

De nasjonale sparemålene i 2006-direktivet er antydende i sin natur, og fastsetter derfor ikke en bindende forpliktelse for medlemslandene å oppnå dem. Det er også påpekt at

⁵ Energiintensitet er ratioen mellom energiforbruk og produksjon. En lav (forbedret) energiintensitet vil si at det brukes lite energi for å produsere en bestemt størrelse.

⁶ Et referansescenario (ofte kalt BAU-scenario: «business as usual») er et fremtidsscenario uten reguleringer og krav fra myndighetene. I dette tilfellet vil det si et scenario hvor myndighetene ikke gjør tiltak for økt energieffektivitet, men lar det være opp til forholdet i markedet og dets aktører.

⁷ DSM-tiltak er planlegging, implementering og overvåking av tiltak som påvirker konsumentenes adferd. Definisjonen av DSM inkluderer kun de tiltakene som kommer som en direkte følge av offentlig inngripen i markedet (Gellings 1985).

1. Bakgrunn for hvite sertifikater: markedsstruktur og regulering

energieffektiviseringstiltakene som direktivet oppfordrer til ikke skal gi negative konsekvenser for natur og miljø, samt at sosialpolitiske prioriteringer må respekteres. Det fastslås også at energitjenester er essensielt for å nå målene. Her må myndighetene sørge for å øke både tilbud og etterspørsel av sine tjenester. Derfor åpnes det for å kreve at leverandører tilbyr energitjenester. Likevel slås det fast at markedet for energitjenester på nasjonalt plan ikke vil bli tilstrekkelig stort. Derfor varsler direktivet at EU vil komme tilbake med tiltak for hele unionen.

Formålet med dette EU-direktivet er å fjerne markedsbarrierer som hindrer energieffektiviseringstiltak, samt skape et marked for energitjenester. Direktivet omfatter tilbydere av energieffektiviseringstiltak (ESCOer - se kapittel 2.2)⁸, energidistributører, operatører av distribusjonssystemer, leverandører samt sluttbrukere. Hovedmålet er 9 pst. energisparing i hvert enkelt medlemsland innen 2016. De enkelte landene skal også sette et mål på energisparing etter direktivets tre første virkeår. Myndighetene i medlemslandene skal se til at offentlig sektor går foran med å implementere energieffektiviseringstiltak. Ansvar for administrasjon og implementering av disse tiltakene og et eventuelt sertifikatsystem skal gis en ny eller eksisterende organisasjon underlagt offentlig styring.

Energidistributører, systemoperatører og leverandører skal gi informasjon til myndighetene om deres kunder dersom det blir etterspurt, men maks en gang i året. Disse markedsaktørene skal ikke delta i aktiviteter som kan redusere tilbud og/eller etterspørsel av energitjenester og energieffektiviseringstiltak. Andre markedsaktører som ESCOer, installatører, energikonsulenter og rådgivere skal ha like konkurransevilkår og tilstrekkelige incentiver til å tilby energitjenester og energieffektiviseringstiltak. I direktivet åpnes det også for at medlemslandene kan etablere fond for å subsidiere tilbudet av energieffektiviseringstiltak. Disse fondene skal være tilgjengelige for alle tilbydere av energieffektiviseringstiltak. Direktivet setter også retningslinjer for kommunikasjonen mellom energileverandører og deres sluttbrukere. Kundene skal ha tilgang på presise strømmålere til en konkurransedyktig pris, og regningene deres skal være basert på faktisk energiforbruk. I tillegg skal regningene inneholde informasjon om nåværende og reelle priser og konsum, sammenligning med

⁸ ESCOer (Energy service companies) er selskaper som utfører en rekke oppdrag for sine kunder, hvor de fleste har som mål å spare energi og/eller øke energieffektiviseringen. ESCOene er en viktig del av EUs strategi for en mer energieffektiv økonomi.

1. Bakgrunn for hvite sertifikater: markedsstruktur og regulering

fjorårets forbruk, sammenligning med en standardisert kunde og kontaktinformasjon til strømlleverandøren.

1.2.2 2012-direktivet

EUs foreløpig siste direktiv om energieffektivisering kom i 2012, og fikk kodenavnet ”Directive 2012/27/EU”. Direktivet opphever størsteparten av 2006-direktivet, med virkning fra 5. juni 2014. Direktivet fokuserer på utfordringer knyttet til klimaendringer og økt avhengighet av energiimport, men også den økonomiske krisen i Europa. Det pekes på at en mer energieffektiv økonomi vil akselerere innovasjonsgraden og styrke unionens konkurransevne, og dermed bidra til økonomisk vekst.

Utrekninger utført i 2007 tilsa at unionen ville konsumere 1 842 Mtoe⁹ primærenergi¹⁰ i 2020 ved et BAU-scenario. Et av 2020-målene (i EUs klima- og energipakke fra 2007-08) er å redusere energiforbruket med 20 pst., og en enkel utregning viser da at konsumet i 2020 skal være 1 474 Mtoe, altså en reduksjon på 368 Mtoe. Dette målet vil bli revidert i 2013, men det ble slått fast allerede i 2012 at EU ikke er på vei til å oppnå målet. Derfor må medlemsland sette nasjonale mål, og tilbakemelde til Kommisjonen hvordan de vil oppnå dette. 2006-direktivet fastslo et mål om 9 pst. redusert energiforbruk innen 2016. Dette målet er innen rekkevidde, men er betydelig mindre ambisiøst enn 2020-målet.

Målet om 20 pst. redusert energiforbruk skal oppnås med energieffektiviseringstiltak i forskjellige sektorer, langs hele energikjeden. Offentlig sektors forbruk står for 19 pst. av EUs brutto nasjonalprodukt (BNP), og skal derfor gå foran for å oppnå en markedstransformasjon mot mer energieffektive bygninger, varer og tjenester. I tillegg skal offentlig sektor bidra til å endre privatpersoners og bedrifters adferd i energikonsumet. Det offentlige bygningsmasse står for en stor andel av totalen, og skal derfor være et foregangseksempel.

2012-direktivet nevner kort muligheten for et EU-omspennende system for hvite sertifikater (også kalt TWC-system)¹¹. Det fastslås at et slikt system ville skapt store administrative kostnader, og at målet med et slikt system kan bli bedre oppnådd gjennom nasjonale

⁹ 1 toe tilsvarer 11,63 MWh. 1 Mtoe tilsvarer en million toe (energifakta.no).

¹⁰ Primærenergi er definert som energiråstoffer som vi utvinner direkte fra naturen. Primærenergi er ofte ikke på en form som en sluttbruker kan gjøre seg nytte av direkte (Store norske leksikon).

¹¹ TWC-system er en forkortelse for «Tradable White Certifikates» - omsettbare hvite sertifikater. I teksten brukes TWC hvor det er behov for å skille fra andre sertifikatsystemer.

1. Bakgrunn for hvite sertifikater: markedsstruktur og regulering

spareforpliktelser. Disse nasjonale spareforpliktelsene får gjennom direktivet et felles rammeverk å forholde seg til. Det er tillatt å inkludere sosialpolitiske mål i energipolitikken (som i Storbritannia - se kapittel 3.7), det er tillatt å ikke forplikte små distributører og leverandører av energi, og det er tillatt å ta høyde for karbonlekkasje i utformingen av forpliktelsene.

De fleste foretak i privat sektor i EU er små og mellomstore bedrifter. Disse skal få støtte og/eller oppfordres til å utføre energirevisjoner¹², med sikte på å ta ut det enorme sparepotensialet som disse bedriftene står for. Direktivet sier også at energirevisjoner *bør* være obligatorisk for store selskaper, siden disse har finansielle muskler til å gjennomføre dem, og fordi sparepotensialet også her kan være stort. Et annet tiltak for å ta ut sparepotensialet er å installere intelligente målesystemer hos privatpersoner og bedrifter. Kommisjonen har et mål om at 80 pst. av alle energikonsumenter skal ha slike måleinstrumenter innen 2020.

Med det økte fokuset på energieffektivisering de siste årene, har sektoren for energitjenester økt kraftig. For å kvalitetssikre disse tjenestene for kundene, sier direktivet at medlemslandene *bør* opprette sertifiseringssystemer for tilbydere av energitjenester, energirevisjoner og andre ESCOer. For å få et mer effektivt marked for energitjenester, skal medlemslandene identifisere og fjerne reguleringer og markedsbarrierer som hindrer bruken av tredjeparter innen energieffektivisering.

Hovedmålet med dette direktivet er selvsagt å oppnå målet om 20 pst. redusert energiforbruk innen 2020. Direktivet har likevel et annet viktig mål, nemlig å vise vei for ytterligere besparelser *etter* 2020. Derfor går direktivet løs på strukturene i energimarkedene, og foreslår tiltak for å fjerne markedsbarrierer og markedssvikt som hindrer effektivitet i tilbud og etterspørsel av energi. Sparekravene i direktivet er kun minimumskrav, og forhindrer ikke medlemslandene i å innføre strengere mål som strekker seg utover 2020-perspektivet. 2020-målet om maks konsum på 1 474 Mtoe er uttrykt i primærenergi, og i sluttenergi blir dette 1 078 Mtoe. Dette, og en rekke nasjonale forhold, må medlemslandene ta hensyn til når de

¹² En energirevisjon (engelsk: energy audit) er en inspeksjon, gjennomgang og analyse av energistrømmer i en bygning, produksjonsprosess eller system med mål om å redusere energiforbruket uten å redusere komfort eller produksjon.

1. Bakgrunn for hvite sertifikater: markedsstruktur og regulering

utformer nasjonale sparemål til energiprodusenter, konsumenter, og andre. Innen 30. juni 2014 skal kommisjonen vurdere om unionen er på vei til å nå 2020-målet eller ikke.

Som nevnt skal det utformes nasjonale spareforpliktelser. Hvilket system som velges er valgfritt, men det eksisterer et felles rammeverk. De nasjonale spareforpliktelsene skal gi tilleggsbesparelser på *minst* 1,5 pst. av årlig energisalg til sluttbrukere. Dette skal gjelde i perioden 2014 til 2020, og referansescenarioet baseres på energisalg i årene 2010 til 2012. Energisparingen kan måles i primærenergi eller sluttbrukerenergi, men de forpliktete partene må bruke samme måleenhet som myndighetene velger. Forpliktelsene kan oppnås enten via egne tiltak, eller ved å betale ESCOer eller andre tredjeparter for å utføre besparelsene. Dersom en ikke ønsker et forpliktende sparesystem er det en rekke alternativer som kan benyttes, gitt at kommisjonen godkjenner medlemslandets strategi for å oppnå sine mål. Eksempler på slike alternativer er en avgift på energi og/eller karbon, finansieringssystemer for energieffektiviseringstiltak, reguleringer, frivillige avtaler, standarder og sertifiseringssystemer.

Flere europeiske land har innført hvite sertifikater, av flere grunner. Energisparing og – effektivisering, reduserte CO₂-utslipp, konkurransekraft og lavere strømgjeld er årsaker som ofte nevnes. Gjennom sertifikatsystemer med sparekrav kan medlemslandene oppnå kravene fra de overnevnte direktivene. Neste kapittel ser nærmere på hvordan slike sertifikatmarkeder er utformet.

2. Sparekrav og sertifikatsystemer: utforming, fordeler og utfordringer

Dersom myndighetene bestemmer seg for å regulere et marked, i dette tilfellet markedet for investeringer i energieffektivitet, er det viktig å ha troverdighet hos markedsaktørene. En slik troverdighet kan oppnås via en ”kontrakt” mellom myndigheter og markedsaktører. Økonomers svar på en slik kontrakt er å opprette et markedsbasert sertifikatsystem. Langniss og Praetorius (2006) stiller spørsmålet om hvem som bør være forpliktet til tiltak i et sertifikatsystem for energisparing.

2.1 Forpliktete parter

I teorien kan både produsenter, leverandører, distributører og konsumenter av energi være forpliktet til å spare energi. I de fleste tilfeller er strømleverandører valgt til å være forpliktet part. Det er flere grunner til det. For det første gir det et incentiv til leverandørene til å bli tilbydere av tjenester innen energiservice. Leverandørene har direkte tilgang til sine kunder, og kan bruke denne til å gjøre energieffektiviseringstiltak på eksisterende kundeforhold og infrastruktur. Dette medfører at salg av energitjenester blir inkludert i leverandørens profittfunksjon. Dette er positivt for klimaet (reduisert energiproduksjon) og for konsumentene som kan bruke en mindre andel av inntekten sin på energi.

Energidistributører er ofte ikke valgt til å være forpliktet part, siden de har et naturlig monopol. Derfor er de ikke i en ren konkurransesituasjon, og har færre incentiver til å redusere sine kostnader. Leverandører opererer i en presset konkurransesituasjon, og deres energieffektiviseringstiltak kan gi stordriftsfordeler. Leverandørene opparbeider seg mye informasjon og spesifikk kunnskap om sine kunders energieffektiviseringstiltak gjennom sin energiservice. Denne kunnskapen kan de igjen bruke hos flere kunder, noe både kundene (reduerte energiutgifter) og leverandørene (økt salg av energiservice) tjener på.

Bertoldi et al. (2010) peker på at det er fordeler og ulemper uansett hvem en velger som forpliktet part. Som i Langniss og Praetorius (2006) pekes det på leverandørens gode kontakt med kundene. En annen fordel er at leverandører vil være i en presset konkurransesituasjon, gitt at kraftmarkedene er liberaliserte. Da er de også gode på markedsføring. Dette vil de

2. Sparekrav og sertifikatsystemer: utforming, fordeler og utfordringer

kunne overføre til markedsføring av sine energitjenester. En ulempe er at kundene kan anse denne markedsføringen for svært kunstig, siden leverandøren i praksis ber dem om å kjøpe utstyr som skal redusere leverandørens eget salg.

I motsetning til Langniss og Praetorius (2006) peker Lees (2010) på enkelte fordeler ved at distributører er forpliktet part. De er stabile organisasjoner som tåler økte krav fra myndighetene, og har i tillegg monopol i sin region. Distributørene er også underlagt regulering av myndighetene allerede, mens leverandørene er i et marked som i større grad er preget av konkurranse. Dermed kan reguleringer av distributørene være mer ønskelig slik at leverandørmarkedet ikke blir underlagt konkurransevridende krav. En ulempe med å ha distributører som forpliktet part er selvsagt mangelen på kontakt med sluttbrukerne. Den eneste kontakten som eksisterer er i praksis kun når det er noe galt med strømmettet. Lees oppsummerer diskusjonen om hvem som bør være forpliktet part med følgende konklusjon:

”Perhaps the key thing is that both supplier and distribution obligations can be made to work.”

Bertoldi & Rezessy (2008) peker på at systemet i teorien bør være åpent for alle aktører, altså at flest mulig kan ta del i sertifikatmarkedet. Flere aktører gir større forskjeller i grensekostnader, som gir større kostnadsgevinster ved tiltak. Myndighetene kan begrense systemet på teknologi, energitype eller konsumenter. I Italia var lenge kun leverandører med over 100 000 kunder forpliktet. En av grunnene er at storskalaprosjekter er enkle å overvåke og spare strøm i. En får også lavere transaksjonskostnader ved verifisering av besparelsene. Å begrense på teknologi kan gjøre prisusikkerheten på sertifikatene større. Å begrense på sektorer kan gi lavere administrasjonskostnader, men høyere grensekostnad på tiltak når de billige tiltakene er brukt opp.

På grunn av få, men store aktører som forpliktete parter, er størrelsen på sertifikatmarkedene i utgangspunktet kraftig begrenset. En av forutsetningene for et effektivt marked er at det er over en kritisk størrelse (Langniss & Praetorius 2006). For å øke likviditeten i markedet har derfor myndighetene i Italia og Frankrike tillatt at selskaper innen energiservice deltar i handelen (Mundaca 2008). Disse selskapene blir ofte kalt ESCOer.

2.2 Energiserviceselskaper (ESCOer)

Energiserviceselskaper, heretter kalt ESCOer (Energy service companies), utfører en rekke forskjellige tjenester for sine kunder. Eksempler er analyse, revisjon, administrasjon, prosjektledelse, vedlikehold, drift, overvåkning og evaluering av besparelser, eiendomsdrift og leveranser av energi og utstyr. Størrelsen på ESCO-sektoren varierer fra land til land. Det kan være forklart med ulike støtteordninger fra energimyndighetene i landene, som for eksempel hvite sertifikater og/eller subsidier. Andre overordnede drivere for utbredelsen i EU er liberaliseringen av strøm- og gassmarkedet, samt tiltak for å redusere utslipp av drivhusgasser. En større ESCO-sektor er ønsket av EU-kommisjonen. I sitt direktiv fra 2003 (om kraftmarkedet) kreves det at medlemsland i størst mulig grad fjerner markedshindringer for disse selskapene.

Markedet for energiservicetjenester i Vest-Europa har blitt estimert til 150 millioner Euro per år, mens potensialet i markedet blir estimert til 5-10 milliarder Euro årlig (Bertoldi et al. 2006). EUs eget energiinstitutt skriver i sine statusrapporter for ESCO-markedet både i 2007 og 2010, at det er en tilnærmet umulig oppgave å beregne en monetær totalstørrelse på ESCO-markedet i EU (Bertoldi et al. 2007 og Marino et al. 2010). Størrelsen på markedet blir påvirket i ulike retninger. Fallende kraftpriser har teoretisk sett en negativ effekt på energiserviceprosjekter, siden de monetære besparelsene ved å iverksette tiltak blir redusert med lavere kraftpris. Markedsliberalisering og lavere priser kan på en annen side gjøre markedet for energiservice større. Markedsaktørene må nå forholde seg til økt konkurranse, og i kampen om kundene er det mange som tilbyr ekstratjenester, i tillegg til den vanlige leveransen av gass og strøm.

Gode energiservicetjenester er dermed en måte for kraftselskapene å skille seg ut på ovenfor kundene. Flere strømleverandører «outsourcer» disse tjenestene til ESCOer. Andre ganger er ESCOene i direkte kontakt med sluttkundene. I tabell 3 under vises enkelte utviklingstrekk og status for ESCOer i utvalgte land. Disse selskapene har ingen forpliktelser fra myndighetene, men har muligheten til å iverksette tiltak, og i enkelte land bli tildelt sertifikater. Disse kan de selge på sertifikatmarkedet og få en ekstra kontantstrøm, i tillegg til prisen kundene deres betaler for energibesparende tiltak.

2. Sparekrav og sertifikatsystemer: utforming, fordeler og utfordringer

Tabell 3: Markedsutvikling og status for ESCOer

	Markedsutvikling (2007-2010)	Antall ESCOer (2010)	ESCO-kategorier	Vanlige prosjekter
<i>Frankrike</i>	Svak vekst	10 store og omlag 100 mindre selskaper	Drift av eiendom og produksjon, produsenter av automasjons- og kontrollsystemer	Fjernvarme ¹³ , kogenerasjon ¹⁴ , offentlige bygg og private bedrifters bygningsmasse
<i>Italia</i>	Svak vekst	50-150	Datterselskaper av internasjonale ESCOer av middels størrelse	Installasjon av fornybar energi, kogenerasjon, industriprosjekter og sparepærer
<i>Norge</i>	Noe redusert marked	10	Eiendomsdrift, produsenter av automasjons- og kontrollsystemer, konsulenter	I hovedsak offentlige bygg, lavere andel i private bedrifters bygningsmasse
<i>Storbritannia</i>	Redusert marked	20	Datterselskaper av store internasjonale produsenter av automasjons- og kontrollsystemer, samt datterselskaper av int. ESCOer og energiselskaper	Industrielle og store kommersielle tiltak, komplekse bygningsprosjekter, fjernvarme og energieffektiviserings-tiltak i offentlig sektor

Kilde: Marino et al. (2010)

2.3 Markedsstruktur

Med et TWC-system setter myndighetene et overordnet mål på total energisparing. Myndighetene definerer forpliktete parter og tidsrammen de har for å nå sine individuelle mål. I flere land er sertifikatene åpen for handel, slik at partenes kostnader ved å nå sine mål reduseres. Forpliktete parter som kan spare energi til lave kostnader er potensielle tilbydere av sertifikater i markedet. Motsatt vil de som har dyre energibesparende tiltak utgjøre etterspørselssiden. Hovedargumentet for sertifikatsystemer av denne typen er ønsket om lik grensekostnad for partene ved å utføre tiltak.

¹³ Fjernvarme (engelsk: district heating) er distribusjon av varme gjennom et system til en eller flere bygninger. Varmen kommer fra varmt vann eller damp som ofte er produsert ved hjelp av kogenerasjon (se neste fotnote) eller overskuddsvarme fra industrien (Eurostat).

¹⁴ Kogenerasjon (engelsk: cogeneration) kalles også CHP («combined heat and power»), er en prosess hvor det både produseres varme og strøm. Metoden gjør at brenselet optimaliseres. Vanlige energikilder er naturgass, olje, diesel, propan, kull, tømmer og tømmeravfall og biomasse (Cogeneration.net).

2. Sparekrav og sertifikatsystemer: utforming, fordeler og utfordringer

Individuelle mål på energisparing blir fordelt på ulike markedsaktører i de forskjellige landene (se kapittel 3). De totale målene blir satt basert på et estimert BAU-scenario. På bakgrunn av dette blir det viktig for myndighetene å definere hvilken energisparing som er tilleggsbesparelser – besparelser som ikke ville funnet sted uten incentivene et sertifikatmarked gir. Hvilke kriterier som skal ligge til grunn for definisjonen blir fortsatt debattert, men noen hovedelementer er klare. For det første må besparelsene gå utover det som er påkrevd av eksisterende lovverk og reguleringer. For det andre må det være besparelser som går utover kortsiktige bevegelser i markedet. I tillegg kan ikke besparelsene gi økt omsetning i bedriften, siden de da vil være en del av et BAU-scenario. Disse (og flere) kriterier er satt for å forhindre gratispassasjerer i sertifikatmarkedet (Mundaca 2008).

2.4 Forutsetninger for et velfungerende TWC-system

En rekke kriterier og forutsetninger må oppfylles for at et TWC-system skal gi både økonomisk og miljømessig effektivitet. I teorien vil et markedsbasert system for energieffektivisering gi store effektivitetsgevinster i form av maksimert totalvelferd. Euro WhiteCert Project (EWC)¹⁵ (2007) peker på at disse gevinstene ikke må overdrives. Markedsbarrierer og institusjonelt rammeverk blir sjelden fanget opp av teoretiske modeller, men kan redusere effektivitetsgevinstene når et virkemiddel blir satt ut i live. Hovedargumentet for et sertifikatsystem er å kostnadsminimere de politiske målene med stor fleksibilitet. Med fleksibilitet menes at markedsaktørene må gis stor frihet for hvordan de skal oppnå målene. Da må antallet kvalifiserte sektorer og tiltak være høyt, tidshorisonen lang og markedene må være likvide. Kvalifiserte parter, og ikke bare forpliktete parter, må ha mulighet til å delta i handelen. Denne fleksibiliteten skal sikre at de mest kostnadseffektive tiltakene blir utført først. På en annen side vil for stor fleksibilitet gi høye administrasjonskostnader for myndighetene. En må huske at handel med sertifikater ikke er målet, men et virkemiddel. Målet er økt energieffektivisering, og handel med sertifikater skal sikre økonomisk effektivitet. De politiske målene må ha en langsiktig horisont, slik at markedsaktørene får mulighet til å ta med kostnader og fordeler med et TWC-system inn i sine kommersielle planer.

¹⁵ EWC-prosjektet driver med FoU-aktiviteter knyttet til hvite sertifikater. Gruppen kommer med anbefalinger med sikte på at nåværende og fremtidige TWC-systemer skal være økonomisk og miljømessig effektive. Prosjektet blir støttet via EUs «Intelligent Energy for Europe»-program.

2. Sparekrav og sertifikatsystemer: utforming, fordeler og utfordringer

For å få miljømessig effektivitet med et TWC-system er det en forutsetning at det eksisterer obligatoriske mål på energieffektivisering hos forpliktete parter. Målene må være ambisiøse, men oppnåelige. For å sette disse målene må BAU-scenariot og potensiell energieffektivisering nøye vurderes og oppdateres. Feilaktig estimering av fremtidsscenarioer kan føre til at målene blir overambisiøse, eventuelt for lave. For å sikre miljømessig effekt må en også sørge for at partene faktisk oppfyller sine krav. Derfor må det lønne seg å unngå straff, noe som tilsier høye bøter for ikke å oppnå kravene.

EWC-prosjektet har vurdert muligheten for at et eventuelt EU-omfattende TWC-system vil kunne integreres med EUs klimakvotesystem, ETS. Dette er en mulighet, men det er en forutsetning at TWC-systemet overføres til ETS, og ikke andre veien. Dette er en forutsetning for å unngå dobbel optelling, som ville hemmet effektiviteten i begge markeder. En overføring av TWC-systemet inn i ETS-systemet vil dog kunne skape økt prisvolatilitet i sistnevnte, noe som kan bøtes på med såkalte overskuddskvoter som myndighetene bruker til å regulere prisen i markedet på. Denne eventuelle integrasjonen ligger selvsagt langt frem i tid, både fordi et EU-omfattende TWC-system ikke eksisterer, samt at en integrasjon forutsetter at begge systemer er velfungerende og effektive, noe som ligger lenger fremme i tid også for ETS (Ellerman et al. 2010).

Det har også blitt foreslått å integrere TWC-systemer med grønne sertifikatsystemer for fornybar energi (TGC-systemer). Utfordringen med denne integrasjonen er at systemene virker i motsatt retning. En integrasjon vil føre til at målene i TWC-systemet (reduert energiforbruk) reduserer målene i TGC-systemet (produsere mer fornybar energi). Dersom TWC-systemet fungerer effektivt vil da prisene på grønne sertifikater reduseres. Dette kan dog bøtes på med å øke de relative målene i TGC-systemet (Langniss & Klink 2006). På grunn av disse utfordringene konkluderer EWC-prosjektet (i flere rapporter) med at disse systemene bør holdes separerte. Dersom TWC, som gjerne har en lavere markedsverdi enn TGC, blir overført til TGC-systemet, vil det produseres mindre teknologi for fornybar energi, som er målet med et TGC-system.

Ifølge Mundaca (2006) kan det bli motstand mot et EU-omfattende TWC-system, på grunn av potensielle overføringer av velferd. Et land som har en energieffektiv energisektor vil ha en høyere kostnad ved ytterligere energieffektiviseringstiltak, mens et land med en lite

2. Sparekrav og sertifikatsystemer: utforming, fordeler og utfordringer

energieffektiv energisektor vil ha en lav kostnad ved nye energieffektiviseringstiltak. Sistnevnte blir da en tilbyder av sertifikater, og mottar i praksis overføringer fra førstnevnte land. EWC-prosjektet peker på at et slikt TWC-system trenger tilleggsregler, for eksempel et krav om at minimum 50 pst. av forpliktelsene skal oppnås innenlands (relativt til målet). Dette vil gi en bedre fordeling av gevinster og kostnader med et TWC-system, men kan føre til at målet om kostnadsminimering ikke blir oppnådd i like stor grad. For å få politisk gjennomslag for et TWC-system, enten nasjonalt eller bilateralt, må flere fordeler enn energieffektivisering kommuniseres, som for eksempel reduserte CO₂-utslipp, økt energisikkerhet og styrket konkurransekraft.

En annen forutsetning for å få politisk gjennomslag er å redusere den administrative byrden for myndighetene. For det første bør TWC-systemet designes ut i fra eksisterende virkemidler og institusjoner. Da vil en dra fordel av humankapital og institusjonell kapasitet. De politiske myndighetene må også ta hensyn til den administrative byrden for de forpliktete og kvalifiserte markedsaktørene. Denne byrden er en kilde til transaksjonskostnader, som kan redusere handel og dermed svekke systemets effektivitet. M&V-tiltak (måling og godkjenning)¹⁶ kan øke den administrative byrden både for myndigheter og for kvalifiserte og forpliktete parter. Derfor er det viktig å sørge for at M&V-tiltakene baseres på simplifiserte beregninger. M&V må i størst mulig grad skje ex-ante¹⁷, siden kostnaden ved denne metoden er lavere. Ex-ante M&V gjør beregningene enklere, krav om dokumentasjon er lavere, og mindre overvåkning er nødvendig. Det er en forutsetning for et eventuelt EU-omfattende TWC-system at disse beregningene av energikonsum, -effektivisering og -sparing er harmoniserte over landegrensene.

Som nevnt kan en stor administrativ byrde for markedsaktørene føre til transaksjonskostnader som igjen hemmer systemets effektivitet. En måte å redusere transaksjonskostnadene i TWC-systemet er å sørge for økt bevissthet om energieffektivisering hos sluttbrukerne. Dette inngår i den vanlige forutsetningen for fungerende markeder, som sier at markedsaktørene må være informerte. Dette gjelder også forpliktete parter. En måte å skape gjennomsiktighet i markedet er å opprette en betalingsentral («clearinghouse») for hvite sertifikater, som utgir informasjon om sertifikatmarkedet. Et annet virkemiddel er å ha en enkel, men offisiell

¹⁶ M&V er forkortelsen for «measurement and verification». Dette er myndighetenes metode for å måle og godkjenne besparelser, som igjen fører til utstedelse av sertifikater.

¹⁷ Ex-ante betyr «før hendelsen», og blir ofte brukt om forventninger til et utfall. Ex-post har motsatt betydning.

2. Sparekrav og sertifikatsystemer: utforming, fordeler og utfordringer

mekanisme for å måle transaksjonskostnadene for forpliktete parter, herunder kilder og relaterte kostnader knyttet til transaksjonskostnadene. Det eksisterer også faste transaksjonskostnader knyttet til energieffektiviseringstiltak. Dette kan være dokumentasjon til myndighetene, informasjon til kundene o.l. For å redusere disse forutsettes det at energieffektiviseringstiltak kan knyttes sammen¹⁸. Dette hjelper også ESCOer, som er en viktig part for å oppnå de politiske målene ved et TWC-system.

2.5 Gevinster og ulemper ved energieffektivisering og sertifikater

2.5.1 Gevinster

Et sertifikatsystem har en rekke fordeler som direkte regulering ikke har. Et sertifikatsystem vil dra nytte av forskjellige grensekostnader for å utføre energieffektiviseringstiltak, og sikre at tiltakene er kostnadseffektive. I teorien vil et markedssystem gi det beste resultatet, gitt hovedforutsetningene for frikonkurranse. Disse sier at godene i markedet må være homogene, aktørene må ha full informasjon og markedsstørrelsen må være over en kritisk grense. Aksjemarkedet er ofte brukt som eksempel på et marked som i virkeligheten kommer nærmest i å møte disse forutsetningene.

De økonomiske fordelene ved kvotesystemer sammenlignet med direkte reguleringer ble først belyst av Coase (1960) og Dales (1968). De argumenterte for at det var store effektivitetsgevinster ved slike markedsbaserte systemer i møte med miljømessige utfordringer. Siden den gang har kvotesystemer som politisk virkemiddel vunnet gehør i faglige og politiske miljøer. Dette har resultert i en rekke kvotemarkeder, blant annet innen klimagassutslipp, fiskeri, fornybar energi og sur nedbør (Mundaca 2008). Ideen om å bruke sertifikater som politisk virkemiddel for energieffektivisering kan krediteres Rader & Norgaard (1996):

“For the same reasons that the portfolio standard concept is attractive for meeting renewable energy policy objectives, standards might also be attractive for meeting other policy objectives. To provide for universal service, for example, all retail suppliers could be required to serve a fraction of the rural

¹⁸ Dette betyr at mindre tiltak blir slått sammen for at sertifikater skal utstedes. Et sertifikat krever en viss mengde energisparing. Dersom et tiltak ikke oppnår denne mengden alene, kan flere slås sammen for å gjøres økonomisk lønnsomme.

2. Sparekrav og sertifikatsystemer: utforming, fordeler og utfordringer

market proportionate to their total market share. Similarly, it might be feasible to require retail providers to serve a proportionate fraction of low-income customers with a prescribed service package. Suppliers could be allowed to trade these obligations among each other. It is also possible to conceive of ways that DSM standards (demand side management) could be applied to all retail suppliers... ”

2.5.2 Ulemper

Oljekrisen som rammet verden i 1973 var en medvirkende årsak til at energisparing kom på dagsorden i flere land. I Storbritannia opplevde en også en kritisk mangel på elektrisitet vinteren 1973-74. Miljøbevegelsen var i vinden, og med fengende slagord som «Save It» og «Shower with a friend» vant bevegelsen opinionens støtte.

Siden 70-tallet har miljøvernere påstått at mer effektiv energibruk vil føre til en reduksjon i totalkonsumet av energi. Dette synet har sågar vært støttet av den britiske regjeringen (Herring 1999). Mange økonomer har protestert på dette synet, og vist til den såkalte «Rebound»-effekten.

«Rebound»-effekten sier konsumenter som sparer energi, bruker besparelsene på å øke forbruket av energi eller andre goder. Teorien tilsier at energieffektiviseringstiltak fører til reduksjoner i energikonsum på mikronivå, men at konsumet øker på makronivå. «Rebound»-effekten, som er et generelt økonomisk begrep, blir i energieffektiviseringsdebatten ofte omtalt som Khazzoom-Brooks-prinsippet, oppkalt etter økonomene Daniel Khazzoom og Leonard Brooks. Deres teorier ble publisert i uavhengige artikler, men sydd sammen og gitt navn av Harry Saunders i 1992.

Et ankepunkt som ofte blir fremført som motstand mot offentlig innsats for energieffektivisering, er at det er vanskelig å måle den eksakte effekten av tiltak. Hvordan skal en justere for kvalitetsforskjellen på lyset mellom en vanlig pære og en sparepære, og hvordan endres motorkraften i en bil?

Wackernagel og Rees (1997) stiller spørsmålet om vi har råd til kostnadsbesparende energieffektiviseringstiltak. Deres svar er at vi bør ta oss råd til det, men under en forutsetning. De mener at gevinstene fra energieffektiviseringen må skattes bort, for å få

2. Sparekrav og sertifikatsystemer: utforming, fordeler og utfordringer

gevinstene ut i fra den økonomiske sirkulasjon (for å forhindre Rebound-effekten). Dermed foreslår de en miljøskatt på all ressursbruk. Anthony Scott er ikke enig, og skriver følgende i sin bok «Natural Resources – The Economics of Conservation» fra 1973:

“It is ridiculous to say then that conservation is a movement that has the welfare of the future particularly in mind: conservation will not necessarily increase the future inheritance, but simply change its composition from capital goods to natural goods.”

Dette er kjernen i debatten. Spørsmålet om å etterlate økologiske eller menneskeskapte kapitalgoder til fremtidige generasjoner er stridstema i debatten om bærekraftig utvikling og hvordan det skal oppnås.

2.6 Oppsummering

Dersom et sertifikatsystem for hvite sertifikater skal opprettes, kan flere av markedsaktørene i teorien velges som forpliktete parter. Som oftest er distributører eller leverandører valgt, av flere grunner som er nevnt i kapittel 2.1. ESCOer blir oppfordret til å ta del i sertifikatmarkedet, for å øke tilbudet av energitjenester. EU ønsker at ESCO-sektoren skal vokse, og krever at medlemslandene fjerner markedsbarrierer for disse selskapene.

Debatten om energieffektivisering er et gode eller onde har foregått i flere tiår. Et vanlig eksempel i debatten er isolasjon, og eksempelet blir brukt av både tilhengere og motstandere. Dersom en husholdning investerer i bedre isolasjon sparer de strøm. Det er et faktum at noe av denne sparingen blir brukt på økt forbruk, for eksempel økt komfort. Debatten om energieffektivisering dreier seg mye rundt dette spørsmålet. Gir sparing på mikronivå økt forbruk på makronivå?

Herring (2006) hevder at økt energieffektivisering er positivt, enten det gir mer eller mindre energikonsum, og lander i sin artikkel på følgende konklusjon:

“The aim of energy efficiency should not be to reduce energy consumption but to produce a higher quality of life and enable us to fund the transition to a green and sustainable future.”

3. Utvalgte sertifikatsystemer: utforming, resultater og evaluering

Innføring av sertifikathandel er en form for indirekte regulering som i teorien skal føre til like grensekostnader ved tiltak hos de forpliktete parter. Sertifikathandel gir gode markedsvilkår på tilbudssiden, og et av formålene med slike systemer er å legge til rette for ESCOer, samt at salg av energitjenester blir en del av profittmaksimeringen til distributører og/eller leverandører. Systemet har likevel en rekke utfordringer. Listen av kvalifiserte tiltak bør være så bred som mulig for å få god effekt, samtidig som en for bred liste vil gi en stor administrativ byrde og høye transaksjonskostnader for myndigheter og markedsaktører.

En stor fordel med en markedsbasert regulering er at den ikke belaster offentlige budsjetter utover administrasjonskostnader. Samtidig blir kundenes kostnader ved å oppnå et visst nivå på energieffektiviseringen minimert. Sertifikater er dog ikke det eneste mulige virkemiddelet for å oppnå dette. Flere virkemidler omtales og analyseres i kapittel 7 og 8.

Det er også viktig å ta hensyn til EU ETS som ble introdusert i 2005 når en diskuterer hvite sertifikater. Energieffektivisering er i følge flere en viktig faktor for å redusere CO₂-utslipp, noe som gir en fare for overlappende systemer som skader effektiviteten i begge systemene. Dersom det eneste målet med energieffektivisering var å redusere CO₂-utslippene ville ikke et eget system være nødvendig. Det er dog en rekke andre politiske mål som kan bli oppnådd med økt energieffektivisering, noe som er årsaken til at Italia, Frankrike og Storbritannia (delvis) har implementert systemer for hvite sertifikater.

Definisjonen av hvite sertifikater har stadig blitt utvidet, og refererer nå oftest til alle former for energieffektiviseringsforpliktelser, uten at handel trenger å være en del av systemet. De tre overnevnte systemene har ulike former for handel, mens Belgia (Flandern), Danmark og Irland har forpliktende systemer uten handel. Disse landenes systemer vil bli omtalt i korthet i starten av kapittelet, mens hovedvekten vil legges på Italia, Frankrike og Storbritannia. Kapittelet avsluttes med en evaluering av de tre sistnevnte systemene.

3.1 Flandern (Belgia)

Flandern dekker en stor andel av både befolkning og areal i Belgia. Området har en utstakt grad av selvstyre, noe energieffektiviseringsforpliktelsene er et godt eksempel på. Det

3. Utvalgte sertifikatsystemer: utforming, resultater og evaluering

flamske systemet for energieffektivisering åpner ikke for handel, men myndighetene ilegger elektrisitetsdistributører spareforpliktelser. Sparemålene blir uttrykt i årlige besparelser i primærenergi. Dersom kravene ikke blir oppnådd, utstedes det bøter på 10 Euro per MWh av kravet som ikke er oppnådd. Distributørene skal sørge for sparing hos sluttkundene, og forpliktelsene kan oppnås i husholdninger, ikke-energiintensiv industri og i servicenæringen. Den flamske regjeringen setter kravene og administrerer systemet. De forpliktete partene i Flandern har oppnådd sine mål, mye takket være lave målsetninger i utgangspunktet (Lees 2007). Kun 16 distributører har til nå vært forpliktet av kravene (Bertoldi et al. 2010).

3.2 Danmark

De danske spareforpliktelsene tar mål om å spare 1,2 pst. av landets energikonsum (tall fra 2007). Målene er uttrykt i årlige besparelser i sluttbruk av energi, og blir satt i samarbeid med næringenes egne organisasjoner, med bedriftenes markedsandeler som beslutningsgrunnlag. Kravene må etterleves på årlig basis (Bertoldi et al. 2010). En spesiell egenskap ved det danske systemet er det høye antallet forpliktete parter (over hundre), som er høyere enn i de mer omfattende systemene i Storbritannia, Italia og Frankrike. Distributører av strøm, gass og varme er valgt som forpliktete parter, og sparingen kan oppnås i alle sektorer unntatt transport. Det er regjeringen som setter sparemålene, men systemet administreres av Energistyrelsen, som tilsvarer et norsk energidirektorat (Lees 2007).

3.3 Irland

Irland er svært avhengig av import av flere energikilder, blant annet naturgass og olje (Hull et al. 2009). Dette har gjort energieffektivisering stadig mer aktuelt som politisk virkemiddel. Det irske systemet forplikter den tidligere monopolisten ESB (The Electricity Supply Board) til å spare energi, noe som kan gjøres i alle sektorer unntatt transport. Kravene blir satt og administrert av CER (Commission for Energy Regulation), en uavhengig kommisjon som har ansvaret for deregulering av den irske energisektoren. Sparekravene blir uttrykt i livstidsbesparelsene til et prosjekt, og diskonteres ikke. Den irske spareplanen ble lagt frem i 2007, og siden den gang har landet blitt hardt rammet av den økonomiske krisen i Europa. Vekstanslagene for økonomien frem mot 2020 har blitt kraftig nedjustert. Dermed har også anslagene for klimagassutslipp blitt redusert. Dette har hatt en negativ effekt på antallet energieffektiviseringstiltak, siden flere energieffektive bygningsprosjekter har blitt lagt på is (Hull et al. 2009).

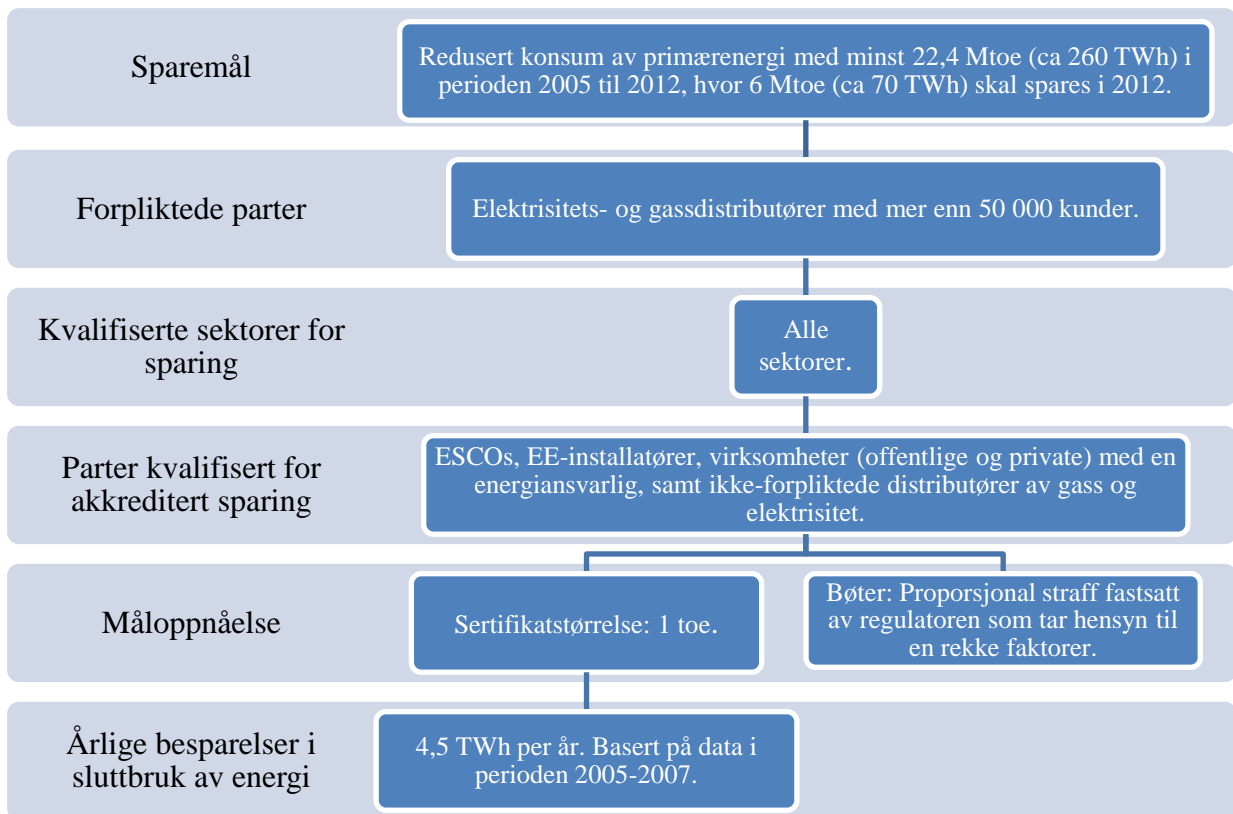
3.4 Italia

Italia er avhengig av å importere energi for å møte etterspørselen i landet. Dette kombinert med forpliktelser i Kyoto-avtalen, har gjort energieffektivisering som virkemiddel stadig mer aktuelt. Grunnen til at man valgte et sertifikatsystem for å oppnå dette, var at det er et markedsbasert virkemiddel. Før TWC-systemet begrenset politikken for energieffektivisering seg til informasjonskampanjer fra myndighetene. Argumentet som gjorde at TWC fikk politisk gjennomslag, var at det ga «økonomisk effektivitet». I Italia har dette ensidige fokuset på sertifikatsystemet ført til at energieffektivisering og sertifikathandel har blitt hovedmål i seg selv, uavhengig av hva som er målet ved å energieffektivisere (for eksempel reduserte CO₂-utslipp) (Steuwer 2013).

I april 2001 la den italienske regjeringen frem et forslag som tok sikte på å redusere konsum av elektrisitet og gass med henholdsvis 18,6 TWh/år og 15,1 TWh/år mot et BAU-scenario i perioden 2002 til 2006 (AEEG 2002). I følge Pavan (2002) står dette for mellom 5 og 15 pst. av det italienske målet i Kyoto-avtalen. Dette lovforslaget la grunnlaget for innføringen av de hvite sertifikatene, som er oppsummert i figur 1.

I det italienske systemet er distributører av strøm og gass ansett som forpliktete parter. Ved systemets oppstart måtte distributørene ha mer enn 100 000 sluttkunder for å være forpliktet. Senere er denne grensen redusert til 50 000 kunder for å øke systemets rekkevidde. I 2008 var 24 gassdistributører og 10 strømdistributører forpliktet av systemet (Mundaca 2008). Ved systemets oppstart var det et krav om at halvparten av energibesparelsene måtte komme i egen sektor. Dette gjorde at forpliktete strømdistributører måtte utføre halvparten av besparelsene sine i kraftsektoren. Resten av forpliktelsene kunne oppnås andre steder. Denne restriksjonen er senere blitt fjernet for å øke systemets effektivitet (Pavan 2008). Fjerningen av restriksjonen har ført til at sertifikatprisen har konvergert, og det eksisterer nå en uniform pris (Steuwer 2013).

3. Utvalgte sertifikatsystemer: utforming, resultater og evaluering



Figur 1: Det italienske TWC-systemet.

For å få utstedt sertifikater må tiltakene som utføres stå på myndighetenes liste over kvalifiserte tiltak. Reduksjon av oljefyring hos kraftselskapenes slutt kunder er et eksempel på et slikt tiltak. Sertifikater blir også utstedt til ESCOer, dersom de har utført et kvalifisert tiltak hos en av deres kunder. I Italia trenger ikke handelen med sertifikater å gå igjennom en offentlig godkjenning. Dermed er markedet uregulert, og både bilaterale kontrakter og anonym spothandel forekommer. Dette gjør at vi har begrenset med informasjon om handelen i systemet.

De forpliktete partene kan risikere å pådra seg store kostnader ved å implementere energieffektiviseringstiltak. En tariffkomponent sørger imidlertid for at de kan gjenopprette sine kostnader ved slike tiltak. Tariffkomponenten fungerer ved at de forpliktete partene får overført 0,017 Euro per kWh de sparer. En slik offentlig subsidie setter et prisgulv i sertifikatmarkedet, siden en sertifikatpris lavere enn subsidien raskt vil utlignes ved at aktørene kjøper flere sertifikater for å oppnå sine forpliktelser. Slike subsidier er dog ikke tilgjengelige for ESCOer, noe som isolert sett favoriserer de forpliktete partene. I Italia har prisen på energieffektiviseringstiltak vært lavere enn tariffen, noe som har straffet ESCOer

3. Utvalgte sertifikatsystemer: utforming, resultater og evaluering

(Langniss & Praetorius 2006). I en slik situasjon fungerer sertifikatsystemet som et minsteprissystem (se kapittel 5.2.3 for mer om minsteprissystemer). Det er viktig å påpeke at tariffkomponenten kun utbetales frem til partene har oppnådd sine forpliktelser. Sertifikatsystemet har ført til flere ESCOer, men det er fortsatt en betydelig markedskonsentrasjon i ESCO-sektoren (Steuwer 2013).

En av årsakene til at systemet gir fordeler til distributørene, kan være at de forpliktete partene satt tett på prosessen da systemet ble utformet. Store energiselskaper hvor staten er tungt inne på eiersiden var med på å utforme listen over kvalifiserte tiltak, tariffkomponenten og sparekrav. De forpliktete partene utøvde stor motstand mot systemet i starten, og fikk dermed gjennomslag for en tariffkomponent som gjenoppretter selskapenes kostnader ved energieffektiviseringstiltak.

Sparemålene har blitt oppnådd med god margin i Italia, mye på grunn av lave mål sammenlignet med potensialet. Ekspertintervjuer har avdekket at de fleste mener systemet har vært en suksess, mens noen mener tiltakene som har generert sertifikater ville blitt gjennomført uansett (Steuwer 2013). Sparemålene er uttrykt som konsum av primærenergi hos distributører av gass og elektrisitet. Målene er kvantifisert i toe¹⁹ ("tonne of oil equivalent"). Målene på sparing settes årlig, og inkluderer ikke forventet sparing i fremtiden. De baseres på kvantitet av strøm og gass som blir distribuert til sluttkundene, sammenlignet med den totale distribusjonen i år $t-2$ (målene for 2008 baseres på distribusjon i 2006). Dette fører til at fordelingen av forpliktelser til distributørene er lineær med deres markedsandel (Bertoldi & Rezessy 2008).

De ti forpliktete strømdistributørene dekker 96 pst. av markedet for elektrisitet, mens de 24 gassdistributørene dekker over 60 pst. av gassmarkedet. I gassmarkedet er det over 500 distributører som ikke er store nok til å få forpliktelser fra myndighetene. Disse og noen få strømleverandører uten forpliktelser står for omtrent 20 pst. av det totale markedet for strøm og gass, som er den samme andelen av forpliktelser som myndighetene tidligere ikke fordelte til bestemte aktører, men som det var meningen at skulle oppnås ved hjelp av sertifikatmarkedet. Denne fordelingen er senere endret, og hele målet til myndighetene blir nå fordelt mellom forpliktete parter (Pavan 2008). I Italia er energieffektiviseringstiltak i alle

¹⁹ 1 toe tilsvarer 11,63 MWh (energifakta.no).

3. Utvalgte sertifikatsystemer: utforming, resultater og evaluering

sluttbrukersektorer kvalifisert som sertifiserbare dersom tiltakene står på myndighetenes nevnte liste.

Størrelsen og levetiden på sertifikatene varierer i de ulike landene. I Italia er de uttrykt i spart primærenergi på 1 toe, med en levetid på fem år. Fordi om sertifikatene strekker seg over flere år, må de forpliktete parter vise at de etterlever sine individuelle mål hvert år. Dersom de forpliktete partene mer en oppfyller sine krav, kan de holde på sertifikatene ut levetiden og bruke dem senere, i Italia opptil fem år. Dette kalles «banking» av oppnådde forpliktelser. Sertifikatene blir utstedt av elektrisitetsoperatøren etter etterspørsel av regulatoren AEEG (The Italian Electricity and Gas Authority). Deretter blir de distribuert til forpliktete parter (distributører), ESCOer og andre leverandører av energitjenester. Etter dette blir sertifikatene enten brukt som bevis på etterlevelse for sine mål, eller omsatt i markedet. 76 pst. av handelen med sertifikater er gjennom bilaterale kontrakter (Bertoldi & Rezessy 2008). Handelen gjennom bilaterale kontrakter har høyere prisvariasjon, men lavere gjennomsnittlig pris. En av årsakene til at disse kontraktene er attraktive, er at de gir rom for langsiktig planlegging for handelspartnerne, i motsetning til spothandel (Steuwer 2013).

Sertifikatmarkedet i Italia har i praksis vært delt i tre, i all hovedsak på grunn av kravet om 50 pst. etterlevelse i egen sektor. Dette ga opphav til et marked for strømsparing, et for gassparing, og et for annen energisparing. Dette kravet gjorde at forpliktete parter hadde to mål å forholde seg til. Et mål er (fortsatt) spareforpliktelsene i toe som myndighetene har pålagt distributøren. Det andre kravet var at halvparten av etterlevelsen skulle skje i egen sektor, et krav som ikke lenger eksisterer.

Dersom spareforpliktelsene ikke etterleveres, pålegges det en straff. Bøtene er proporsjonal med hvor langt i fra etterlevelse bedriften er, men skal overstige investeringskostnaden for eventuelt å oppnå målet. Myndighetene har denne praksisen for å unngå et pristak i markedet. Dersom straffen var for lav, ville aldri sertifikatprisen oversteget denne, siden det ville være det samme for partene om de betalte bøter eller kjøpte sertifikater for å oppnå sine mål. Dersom en ikke når målet i et år og må betale straff, må en fortsatt ta igjen for dette ved å øke innsatsen for energibesparelser de kommende årene (Grattieri 2007). Dette er et annet virkemiddel for å unngå et pristak, som gjør etterlevelse av sparemålene ekstra gunstig, siden de uansett må ta igjen for det tapte på et senere tidspunkt.

3. Utvalgte sertifikatsystemer: utforming, resultater og evaluering

Også i Italia er regelen om tilleggsbesparelser, «addisjonalitet», viktig. Den sier at besparelser må overgå de som kommer automatisk som følge av markedsforhold og andre reguleringer. Regulatoren sjekker hvert prosjekt, og finner ut om det er tilleggsbesparelser i tiltaket, og ber operatøren om å utstede sertifikater dersom det er tilfellet. Referansebanen (BAU-scenariot) justeres jevnlig for å sikre systemets effektivitet. Et eksempel på dette er energimerkingen av hvitevarer, hvor referansebanen har gått fra A, til A+, A++ og A+++ de siste årene.

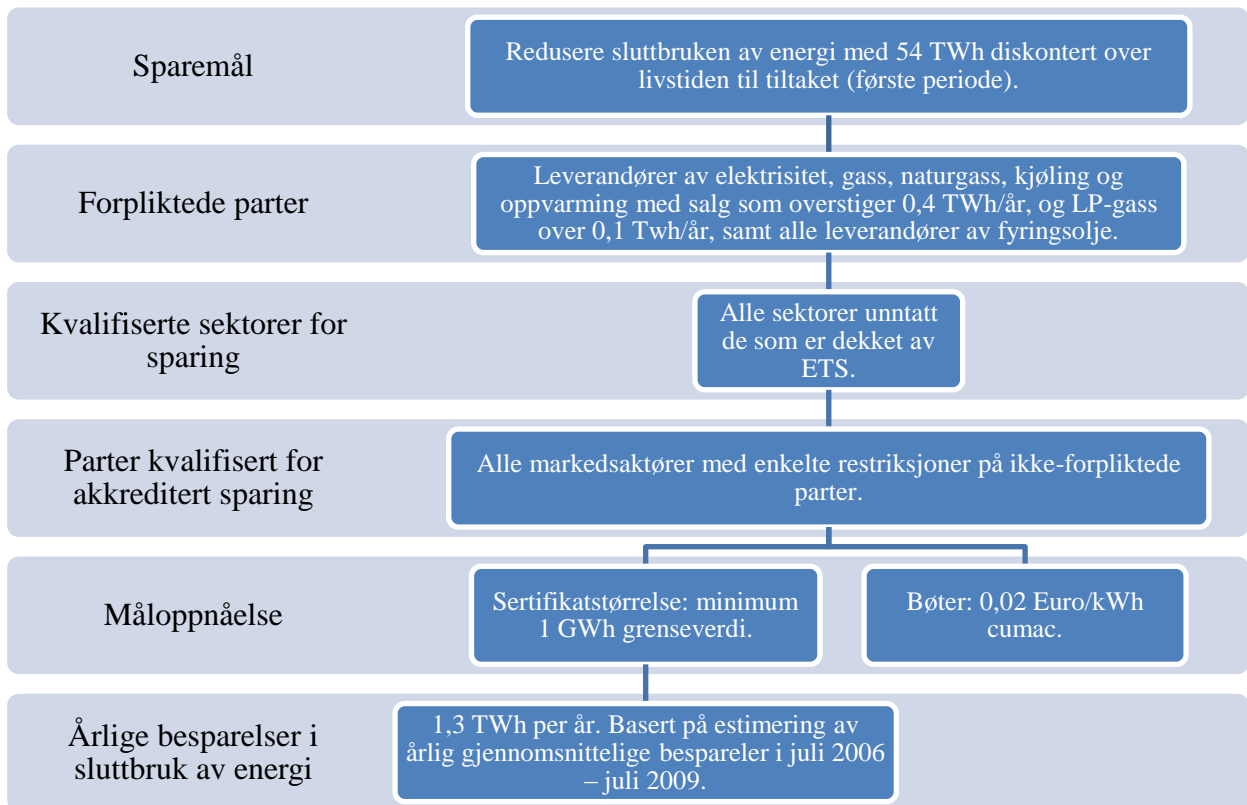
Det italienske TWC-systemet har levert de sparemål som myndighetene satte. Disse målene var dog svært lave i starten, men har senere blitt økt kraftig, både for å skape et bedre TWC-marked og for å nå de politiske målene økt energieffektivitet medfører (Pavan 2008). Det italienske systemet har likevel et stort forbedringspotensial. Markedet har vært differensiert, og det har vært fem ganger mer energisparing i kraftsektoren enn i gassektoren (Bertoldi & Rezessy 2008), noe som har ført til et prisfall for sertifikater for strømsparing. I tillegg har tariffkomponenten vært altfor høy, og i mange tilfeller overstiget tiltakenes kostnader. Dette kan være konkurransevridende. På den positive siden har ESCOer mottatt en stor andel av sertifikatene, noe som er en ønsket utvikling fra myndighetenes side (Bertoldi & Rezessy 2008). ESCOer sørger for at investeringene i energieffektiviseringstiltak blir mindre spesifikke²⁰, ved å bruke sin kompetanse hos flere kunder. Dette er bra for konsumentene, energiservicebedriftene og for myndighetenes måloppnåelse.

3.5 Frankrike

I det franske TWC-systemet er leverandører innen strøm, gass, drivstoff, kjøling og oppvarming, forpliktete parter. Deres sluttsalg må overstige 0,4 TWh strøm eller 5000 liter for drivstoff i året før en blir forpliktet part. Forpliktelsene blir fordelt etter salgsandeler og energipriser. Tre fjerdedeler av forpliktelsene blir fordelt på basis av salgsandeler, mens den siste fjerdedelen går på energipriser. Forpliktelsene blir oppdatert årlig for å sikre en rettferdig fordeling. Utformingen av det franske TWC-systemet er oppsummert i figur 2.

²⁰ Spesifikke investeringer går til et eller få prosjekt, og er forbundet med en høy sunken kostnad. Det motsatte er generiske investeringer, som lett lar seg overføre til andre prosjekter (Langniss & Praetorius 2006).

3. Utvalgte sertifikatsystemer: utforming, resultater og evaluering



Figur 2: Det franske TWC-systemet.

Den første perioden gikk fra juli 2006 til juli 2009, og var et direkte resultat av en ny energilovgivning fra sommeren 2005 (Lees 2010). Den andre og nåværende perioden startet i juli 2010 og går til juli 2013, mens tiden mellom første og andre periode var en mellomfase uten konkrete sparemål (Steuwer 2013). I første periode var målet å spare 54 TWh cumac (kumulert over livstiden og diskontert) (Bertoldi & Rezessy 2008). Total sparing endte på 20 pst. over dette målet. Disse besparelsene kan overføres neste periode. Dette skal gi en årlig reduksjon i energiintensiteten på 2 pst. frem mot 2015, og 2,5 pst. frem mot 2030.

I den første perioden ble elektrisitetssektoren tildelt over halvparten av forpliktelsene (57 pst.). Naturgass fikk 26 pst., innenlands olje fikk 13 pst. og andre sektorer fikk de siste 4 pst. I denne perioden ble 77 pst. av utstedte sertifikater gitt til forpliktete parter, mens de resterende 23 pst. gikk til lokale myndigheter og andre ikke-forpliktete private selskaper. Myndighetenes utgangspunkt var at målet om 54 sparte TWh cumac skulle utelukkende bli oppnådd i husholdninger. Dette vakte sterk motstand, og målet er nå spredd utover alle sluttbrukersektorer, inkludert transport og industri (Steuwer 2013). 80 pst. av forpliktelsene ble gitt til de to selskapene EDF (30 TWh) og Gaz de France (13 TWh). Departementet for økonomi, finans og industri utsteder sertifikatene når tiltakene er implementert, men før

3. Utvalgte sertifikatsystemer: utforming, resultater og evaluering

sparingen er realisert. Dermed måles tiltakene ex-ante, som reduserer den administrative byrden.

Som i Italia og Storbritannia, har franske myndigheter en liste med kvalifiserte tiltak, totalt 182 forskjellige. Om lag 80 av disse er i kommersiell sektor, mens 60 er for husholdninger (Lees 2010). Tiltak på utstyr som er omfattet av EU ETS-systemet og bytte fra et fossilt drivstoff til et annet fossilt er ekskludert. I følge Bertoldi & Rezessy (2008) har tiltakene en forventet kostnad på 20 Euro per sparte MWh. I første periode ble 1 100 tiltak iverksatt, hvor 91,1 pst. av besparelsene fra disse kom fra husholdningssektoren. 74 pst. av besparelsene kom fra tiltak innen oppvarming, i all hovedsak bytte av varmtvannstank. Forbrukere kan få opptil 50 pst. skattefradrag for implementering av godkjente energieffektiviseringstiltak (Lees 2010). Som i Italia var de forpliktete partene tungt involvert i utformingen av listen over kvalifiserte tiltak (Steuwer 2013).

Energibesparelsene, altså mengden sparte MWh, blir diskontert over prosjektets levetid, noe som tar hensyn til et tiltaks forringelse og forfall over tid. I første perioden var diskonteringsraten 4 pst. I fastsettelsen av diskonteringsrater må en veie hensynet om høye målsettinger og langsiktige tiltak opp mot hverandre. En lavere diskonteringsrate (som i Italia og Storbritannia) favoriserer langsiktighet, men reduserer samtidig myndighetenes målsetninger for besparelser. En høy diskonteringsrate gjør at tiltak mister sin verdi, og at de forpliktete partene må sette i gang nye tiltak for å oppnå sine mål i kommende år. Lees (2007) problematiserer høye diskonteringsrater med at levetiden til CO₂-molekyler i atmosfæren er mer enn hundre år. Dersom en forutsetter at energibesparelser gir reduserte CO₂-utslipp, vil totale CO₂-utslipp være det viktigste, ikke årlige CO₂-utslipp. Dermed bør diskonteringsraten tilpasses CO₂-utslippenes levetid, som i praksis vil bety en diskonteringsrate på null. Et prosjekt kan gi reduserte utslipp over lengre tid, og det er summen av disse utslippene som påvirker CO₂-konsentrasjonen i atmosfæren, som igjen fører til menneskeskapte klimaendringer.

I det franske TWC-systemet kan alle få utstedt sertifikater så lenge energibesparelsene overstiger 3 GWh cumac. Tiltakene må gi tilleggsbesparelser målt mot et BAU-scenario (Lees 2010), og alle energiformer og sektorer (unntatt de nevnte unntakene) er kvalifiserte. Sertifikatene har en levetid på tre år, og hver søknad om sertifikater kan inneholde flere energieffektiviseringsprosjekter. Grenseverdien er på 3 GWh cumac, men den gjelder altså

3. Utvalgte sertifikatsystemer: utforming, resultater og evaluering

per søknad, ikke prosjekt, noe som gjør at småskala energieffektiviseringstiltak kan bli lønnsomme ved å slå dem sammen med flere i en søknad.

Handelen i det franske systemet har foregått via OTC-kontrakter²¹. Dette er en direkte årsak av at det ikke eksisterer noen form for markedsorganisering fra myndighetenes side. I systemets første periode ble mindre enn 4 pst. av sertifikatene omsatt på et marked (Bertoldi et al. 2010). En av grunnene har vært den lave markedsprisen på sertifikater. Her har gjennomsnittet vært på 0,32 Euro cents per kWh cumac, altså 0,0032 Euro. Dette er langt fra straffen for å ikke oppnå sine mål. Den er på 0,02 Euro per kWh, og kunne således dannet et pristak i markedet. Det ser vi den var langt fra å gjøre i første periode. En annen årsak til lite handel i den første perioden kan være signaler fra markedsaktørene. Den største forpliktete parten, EDF, sa tidlig at de ikke ville bruke markedet. Dette har påvirket handelen i negativ retning (Lees 2010).

3.6 Storbritannia

Energimarkedet i Storbritannia er preget av en økende importavhengighet, utfasing av eldre kullkraftverk, en relativt lav andel fornybar energi, og i tillegg forpliktelser om mer energieffektivitet i økonomien (Steuwer 2013).

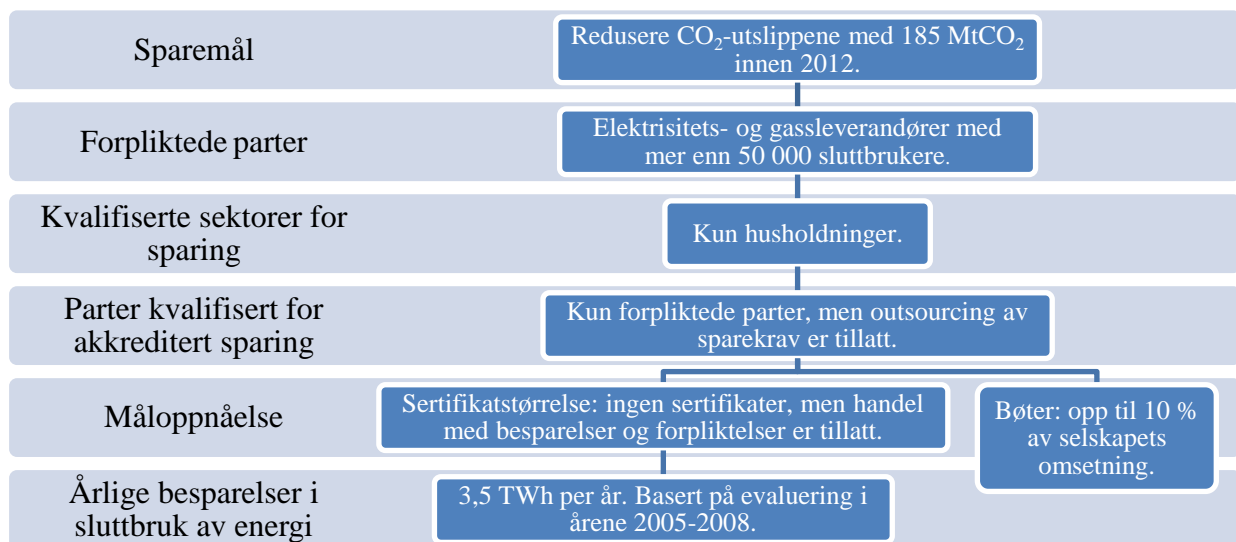
Systemet i Storbritannia er ikke et vanlig TWC-system, all den tid det ikke inneholder sertifikater. Det kan klassifiseres som en form for direkte regulering, men med betydelige innslag av fleksibilitet. Systemet er likevel omtalt her, fordi oppnådde besparelser og/eller forpliktende sparemål kan omsettes på et marked, dog med regulatorens godkjenning. Det er kun forpliktete parter som kan delta i handelen, og ingen andre aktører kan motta et bevis på at de har spart energi, hvilket er tilfellet ved et ordinært sertifikatsystem.

Energieffektivisering kom på den politiske dagsordenen i Storbritannia på 90-tallet, flere år før reduksjon av CO₂-utslipp ble etablert som et viktig politisk mål. Myndighetene hadde et mål om mer og bedre isolasjon i husholdningene, og spesielt for de med lav inntekt. En ville også beskytte forbrukerne i et energimarked som ble stadig mer liberalisert. Senere har målet om utslippsreduksjoner blitt et tilleggsargument for energieffektivisering.

²¹ OTC-kontrakter (Over the counter) gjøres mellom to parter uten en formell markeds plass eller mellompart.

3. Utvalgte sertifikatsystemer: utforming, resultater og evaluering

Den britiske energieffektivitetsforpliktelsen («Energy Efficiency Commitment» - EEC) ble først iverksatt i 2002, og forpliktet strøm- og gassleverandører til å spare 62 TWh innen 2005, sammenlignet med forbruket i 2002. Faktisk spart energi endte på 86,8 TWh, altså godt over målet (Bertoldi & Rezessy 2008). I starten var det leverandører med over 15 000 kunder som var forpliktet (Langniss & Praetorius 2006). Denne grensen ble i 2005 økt til 50 000 kunder samtidig som sparemålet ble økt til 130 TWh (Bertoldi & Rezessy 2008). Systemet går i tre-/fireårige sykluser. Først ut var EEC-1 mellom 2002 og 2005, så kom EEC-2 mellom 2005 og 2008, og til slutt EEC-3 mellom 2008 og 2012. EEC-3 har for øvrig blir omdøpt til CERT (Carbon Emission Reduction Target). Det britiske systemet er oppsummert i figur 3.



Figur 3: Det britiske TWC-systemet.

Sparemålene går kun på energikonsumet til sluttbrukere, og forplikter leverandørene til å assistere sine kunder med å redusere energikonsumet. Myndighetene setter leverandørens mål ut i fra markedsandeler i sluttbrukersektoren. Mellom EEC-2 og CERT kom det en rekke endringer i systemet. En av dem var at sparemålene ble endret fra TWh til CO₂-besparelser. Disse besparelsene blir regnet ut fra CO₂-mengden per TWh i den nåværende energimiksen. En annen endring er mer fleksibilitet til leverandørene i hvordan de oppnår sine mål. Her er det motstridende argumenter om hverandre. Mer fleksibilitet gjør det enklere for de forpliktete partene, og de kan føre til at systemet fungerer mer effektivt. På en annen side

3. Utvalgte sertifikatsystemer: utforming, resultater og evaluering

fører fleksibiliteten til økte administrasjonskostnader, fordi overvåkning og måling blir mer avansert (Steuwer 2013).

I det britiske systemet kan leverandørene drive handel seg i mellom, og omsette sparing eller forpliktelser. Handelen krever skriftlig godkjenning fra regulatoren (Office of Gas and Electricity Markets), noe som gjør anonym spothandel umulig. Handelen vil kunne føre til lik grensekostnad, men mangel på offentlig info om pris for tiltakene gjør det vanskelig for markedsaktørene å ta energieffektiviseringstiltak med i sine kommersielle planer. Det er en rekke krav som må oppfylles for at handelen skal godkjennes, og for at en handel skal finne sted. Blant annet kan handel først forekomme når leverandørene har oppnådd sine respektive mål. 50 pst. av energieffektiviseringstiltakene må også tilfalle husholdninger med lav inntekt, noe som fra myndighetenes side er et virkemiddel for å forhindre såkalt energifattigdom. Dermed blir markedet for energieffektiviseringstiltak differensiert mellom tiltak til lavinntektshusholdninger og andre. Dette, med mer, har ført til svært lite handel i systemet (Bertoldi & Rezessy 2008).

Som i Italia og Frankrike har regulatoren en liste med energieffektiviseringstiltak som er akseptert for måloppnåelse. Disse er kvantifiserte, det vil si at myndighetene har beregnet hvor mye energi som spares ved hvert tiltak. Beregningene er basert på drivstofftype og teknologi i tiltaket, samt diskonteringsrater (Bertoldi & Rezessy 2008). Dette gjør at en ikke trenger konstant måling og overvåkning, noe som reduserer kostnadene for både myndigheter og forpliktete parter betraktelig. Et eksempel på et tiltak på listen er subsidier til sparepærer (fra leverandørene til kundene). Disse tiltakene er igjen subsidiert av myndighetene, og disse overføringene kan også tilfalle ESCOer. Subsidiene dekker maks halvparten av investeringskostnaden ved energieffektiviseringstiltaket, og dersom en forpliktet part mottar subsidier kan det maksimalt stå for 10 pst. av deres totale aktivitet innen energieffektivisering.

Dersom noen kommer opp med nye tiltak, kreves det individuell godkjenning fra regulatoren. Besparelsene fra tiltakene på den kvalifiserte listen er beregnet ex ante. Noe måling ex post er likevel nødvendig, i all hovedsak for å kalibrere og forbedre fremtidige ex ante-kalkulasjoner (Bertoldi & Rezessy 2008). På lik linje med det italienske og franske systemet må de forpliktete parter fremvise tilleggsbesparelser ved sine tiltak. Dette må godkjennes av departementet for miljø, mat og distriktssaker (DEFRA). Dersom en strømlleverandør skal

3. Utvalgte sertifikatsystemer: utforming, resultater og evaluering

innføre et energieffektiviseringstiltak ved å oppgradere utstyr hos sine kunder, må dette altså ligge over gjennomsnittsnivået i sektoren for at tiltaket skal godkjennes.

Systemet i Storbritannia er bygget opp på en måte som gir få incentiver til handel med forpliktelser/besparelser. En form for handel som har forekommet er sparing mellom perioder. 20 pst. av målene for EEC-2 ble oppnådd i EEC-1 (Bertoldi & Rezessy 2008). En annen form for handel er den mellom leverandører (forpliktete parter) og prosjektutviklere. Leverandørene inngår da kontrakter med en tredjepart for å utføre energieffektiviseringstiltak slik at de kan oppnå sine mål. Vanlig handel med forpliktelser og/eller sparemål har nesten ikke forekommet. Dersom leverandørene ikke oppnår sine mål, vurderer regulatoren om bøter skal utstedes. Det er ikke noen forhåndsbestemt straff, også her for ikke å danne et pristak i et potensielt marked. Fordi om straff ikke er forhåndsbestemt, har myndighetene indikert at de kan gi opptil 10 pst. av bedriftens omsetning i bøter.

Fra EEC-1 til EEC-2 ble sparemålene mer enn doblet fra 62 TWh til 130 TWh. Det er likevel vanskelig å estimere eksakt hvor stor denne økningen egentlig er, all den tid diskonteringsratene som regulatoren bruker har blitt redusert. Som kvantifiserbart resultat kan det dog nevnes at 1,7 millioner husholdninger fikk forbedret isolasjon under EEC 2 (Steuer 2013). I første periode var diskonteringsfaktoren 6 pst., i andre periode ble den redusert til 3,5 pst., mens den er 0 pst. i tredje periode (CERT). Se for øvrig kapittel 3.6 for diskusjon om diskonteringsrater.

3.7 Evaluering av TWC-systemene

3.7.1 Metode for evaluering

For å evaluere et TWC-system, må vi vite hvilken energisparing som er et direkte resultat av TWC-systemet, i tillegg til BAU-scenariet. Vi må også vite kostnaden på energisparingene. Vanligvis blir en stor andel av kostnadene tatt av de forpliktete partene, men her gjør systemenes utforming at det er lite data. Et sertifikatsystems natur lar det være opp til markedet å fordele disse kostnadene. For å måle effektivitet er måloppnåelse hovedkriteriet i dette kapitlet. Målet i seg selv diskuteres ikke.

I følge Joskow & Marron (1992) og Laughran & Kulick (2004) blir effektiviteten i TWC-systemene redusert med 50 til 90 pst. som følge av gratispassasjerer. Dette er markedsaktører

3. Utvalgte sertifikatsystemer: utforming, resultater og evaluering

som drar en fordel av TWC-systemet, men som ville utført sine energieffektiviseringstiltak uavhengig av sertifikatene. På den andre siden er det aktører som kalles «free-drivere». Disse gjør energieffektiviseringstiltak, men uten å dra nytte av TWC-systemet. I følge Thomas (2009) kompenseres disse i stor grad for effektivitetstapet ved gratispassasjerer.

For å evaluere TWC-systemene må vi også se på hvordan sparingen blir sertifisert. Som nevnt er ex ante-sertifisering foretrukket på grunn av lave transaksjonskostnader. På denne måten skal målemetoden være med å sikre kostnadseffektivitet. Dette fungerer fint i husholdningssektoren, siden det er et stort marked med enkle produkter og tiltak. I industrisektoren er dette en større utfordring, siden tiltakene er mer komplekse og ofte krever en spesifikk utregning (Giraudet et al. 2011).

Ex ante-metoden kan miste sin effektivitet dersom et allerede sertifisert tiltak ikke fungerer, eller at bruken av energi endres i løpet av levetiden (livsstilsendringer). Et lite utvalg tiltak blir derfor målt ex post i Storbritannia og Italia. Som eksempel kan det nevnes at isolasjon, som er det vanligste tiltaket i Storbritannia, ikke har levert like mye energisparing som først antatt (Lees 2010). Det samme kan være tilfellet for sparepærer i Italia, som har vært et av de vanligste tiltakene der (Bertoldi et al. 2010).

Ex post evaluering er også planlagt i Frankrike, men foreløpig ikke iverksatt. I Frankrike kreves det dog at kvalifisert personell installerer energieffektiviseringstiltakene, noe som reduserer sannsynligheten for at tiltakene ikke fungerer optimalt (Giraudet et al 2011).

I følge Eyre et al. (2009) og Mundaca and Neij (2009), står sparekravene for en liten andel av det totale energiforbruket. Andelen er 0,6 pst. i Storbritannia, 0,3 pst. i Italia og 0,14 pst. i Frankrike. Frankrike og Italia sine systemer dekker mer enn bare husholdninger, men mesteparten av besparelsene blir foretatt i husholdningssektoren. I følge myndighetene (AEEG 2008 og DGEC 2009 for hhv. Italia og Frankrike) er andelene 86 og 87 pst.

Tiltakene som blir utført i landene varierer stort. Isolasjon dominerer i Storbritannia, sparepærer i Italia og oppvarming i Frankrike. Dette er drevet av spesifikke faktorer i landene. For eksempel er det mest potensiale i å isolere tradisjonelle britiske murhus, sammenlignet med bygningsmassen i Italia og Frankrike. I Frankrike har man også tiltak som både gir skattefradrag til sluttbrukerne, i tillegg til sertifikater til leverandørene. Leverandørene har

3. Utvalgte sertifikatsystemer: utforming, resultater og evaluering

reklamert for tiltakene som gir skattefradrag ovenfor sine egne kunder, og disse tiltakene står for 20 pst. av alle tiltak (Giraudet et al. 2011).

I Italia har sparepærer og bedre varmtvannssystemer dominert. Disse tiltakene har tidligere vært subsidiert fra myndighetenes side, men subsidiene er nå fjernet (Pavan 2008). Italia sertifiserer også de fleste tiltakene som om de kun har fem års levetid. Dette gir ikke incentiver til langsiktige og dyrere tiltak. Isolasjon har dog åtte års levetid, men til sammenligning har tiltaket 40 års levetid i Storbritannia og 35 år i Frankrike.

3.7.2 Evaluering av kostnader

I følge Joskow & Marron (1992) og Eto et al. (1996) bygger fastsettelsen av kostnader ved et TWC-system på tre prinsipper. 1) Totalkostnaden må reflektere kostnaden ved energieffektiviseringstiltak, sammenlignet med et BAU-scenario. Dette stiller store krav til fastsettelsen av referansebanen. 2) En må ta hensyn til at kostnadene blir fordelt mellom forpliktete parter og konsumenter. Dette er volumrelaterte (direkte) kostnader, som går på mengden energieffektiviseringstiltak og enkelte tilleggskostnader som informasjonsflyt. 3) De forpliktete partene har kostnader som ikke trenger å være volumrelatert. Dette inkluderer prosjektutvikling, rapportering og markedsføring. Disse kostnadene kalles indirekte kostnader. Den totale kostnaden ved TWC-systemet er summen av direkte og indirekte kostnader.

Lees (2005 og 2008) har beregnet kostnadene for systemet i Storbritannia. Her er det ingen handel, og leverandørene gir i praksis subsidier til sine kunder for å utføre energieffektiviseringstiltak. Lees beregner de direkte kostnadene under EEC-2 til å være 1 085 millioner Euro, altså i overkant av en milliard Euro. De indirekte kostnadene er beregnet til å være 18 pst. av direktekostnaden, altså 195 millioner Euro. En viss andel av disse indirekte kostnadene er transaksjonskostnader, som er beregnet av Mundaca (2007). Han har regnet på disse kostnadene i EEC-1, og funnet at 8-12 pst. av de indirekte kostnadene er transaksjonskostnader knyttet til å overbevise kunder og forhandle med tredjeparter for å gjennomføre energieffektiviseringstiltak på belysning. Det tilsvarende tallet for isolasjon er hele 24-32 pst.

Som i Storbritannia er det lite handel også i det franske systemet. Her blir kun 4 pst. av det totale antallet sertifikater omsatt i handel. Leverandørenes (de forpliktete partenes) strategi

3. Utvalgte sertifikatsystemer: utforming, resultater og evaluering

har vært å gi informasjon og finansielle incentiver (rabatter og kreditt) til kundene, heller enn å bruke sertifikatmarkedet for å oppnå sine sparekrav. Giraudet et al. (2011) forsøker å beregne kostnader ved det franske systemet, men på grunn av et lavt handelsvolum og mangelfull informasjon er det lite data tilgjengelig. Tallene må derfor baseres på ekspertintervjuer med direktører fra de tre største forpliktete partene (EDF, GDF SUEZ og Ecofioul). Giraudet brukte intervjuene og ekspertise fra ADEME (offentlig energi- og miljøinstitut i Frankrike) til å estimere de direkte kostnadene til 74 millioner Euro. For å beregne de indirekte kostnadene ble en rekke forutsetninger lagt til grunn for estimatet på 136 millioner Euro.

Giraudet et al. (2011) har også sammenlignet indirekte og direkte kostnader for Storbritannia og Frankrike. For Italia er ikke disse tallene tilgjengelige. Tabell 4 viser at kostnadene for de forpliktete partene i Frankrike er en sjettedel av dem i Storbritannia, til tross for at målet «bare» er en tredjedel av det britiske målet. Ser man på totalkostnad per sparte kWh, ser vi at ingen av landene overstiger 0,01 Euro (1 Eurocent) i kostnad per sparte kWh. Disse kostnadene er sammensatt av 85 pst. direkte kostnader i Storbritannia, mens i Frankrike er 64 pst. av totalkostnadene indirekte kostnader. Dette kommer blant annet av at aktørene i Storbritannia har en kostbar strategi ovenfor kundene (subsidiar, energifattigdom o.l.), mens i det franske systemet fokuseres det mest på å gi informasjon til sluttbrukerne.

Tabell 4: Forpliktete parters kostnader

	Måleenhet	Storbritannia 2005-2008	Frankrike 2006-2009	Italia 2005- 2008
<i>Sparemål</i>	TWh	192	54	193
<i>Forpliktete parters direkte kostnader</i>	Millioner Euro	1085	74	-
<i>Forpliktete parters indirekte kostnader</i>	Millioner Euro	195	136	-
<i>Totalkostnad for forpliktete parter</i>	Millioner Euro	1280	210	216
<i>Direkte kostnad per enhet</i>	Eurocent per sparte kWh	0,57	0,14	-
<i>Indirekte kostnad per enhet</i>	Eurocent per sparte kWh	0,10	0,25	-
<i>Totalkostnad per enhet</i>	Eurocent per sparte kWh	0,67	0,39	0,11

Kilde: Giraudet et al. (2011)

3. Utvalgte sertifikatsystemer: utforming, resultater og evaluering

Giraudet et al. (2011) går også bak tallene i tabell 4, og ser på variasjonen i kostnadene til de enkelte forpliktete partene. I Storbritannia overstiger ikke forpliktete parter total kostnader 5 pst. forskjell fra et vektet gjennomsnitt (Mundaca 2007). I Frankrike er det store forskjeller mellom kostnadene til strøm- og gassleverandører med lave kostnader på den ene siden, og oljeverandører med høye kostnader på den andre siden.

I tillegg til forpliktete parter og konsumenter, kan tredjeparter ha kostnader ved et TWC-system. I Storbritannia har tilbydere og bestyrere av sosialboliger en kostnad på 151 millioner Euro (Lees 2008). Dette kommer selvsagt av at det britiske systemet spesielt er innrettet mot energifattigdom. I Frankrike gir overlappen med skattefradraget utgifter til staten, altså skattebetalerne. Skattefradraget har bidratt med 34 pst. av kapitalkostnadene ved implementerte tiltak, totalt 1 305 millioner Euro (Giraudet et al. 2011). Konsumentenes bidrag er 325 millioner Euro i Storbritannia (Lees 2008) og 504 millioner Euro i Frankrike (Giraudet et al. 2011). Lees (2008) har også regnet ut administrative kostnader for det britiske systemet, og finner at de er ekstremt lave. Slike utregninger er ikke gjort for Italia og Frankrike, men det er sannsynlig at de er lave også der. Fordelingen av kostnader i det britiske og franske systemet er oppsummert i tabell 5.

Tabell 5: Fordeling av kostnader i Storbritannia og Frankrike

	Måleenhet	Storbritannia 2005-2008	Frankrike 2006-2009
<i>Forpliktete parter</i>	Millioner Euro	1 280	210
<i>Konsumenter</i>	Millioner Euro	325	504
<i>Tredjeparter</i>	Millioner Euro	153	1 305
<i>Totalkostnad</i>	Millioner Euro	1 758	2 019

Kilde: Giraudet et al. (2011)

Ser man på andelen direkte kostnader av de totale kostnadene ser vi at de er 93 pst. i Frankrike og 89 pst. i Storbritannia. Tallene indikerer at kostnadene ved et TWC-system i all hovedsak går direkte til energieffektiviseringstiltak. I Storbritannia kommer 73 pst. av disse totale kostnadene fra forpliktete parter, og 18 pst. fra konsumenter. I Frankrike er det motsatt, med kun 10 pst. andel fra forpliktete parter, og mesteparten fra konsumentene. Dette kommer av forskjellen i systemene. Leverandørene bidrar direkte med investeringsmidler (subsidiert) i Storbritannia, mens skattefradraget (og dermed skattebetalerne) finansierer mye av energisparingene i Frankrike.

3.7.3 Evaluering av gevinster ved TWC-systemene

Et TWC-system kan også gi fordeler sett fra samfunnets ståsted gjennom reduserte CO₂-utslipp (se kapittel 9 for kritisk gjennomgang av antakelsen om at energisparing gir reduserte CO₂-utslipp). Giraudet et al. (2011) har lagt en rekke forutsetninger til grunn og beregnet reduksjon i CO₂-utslipp som følge av energisparing i landene. Utslippene er redusert med 20,0 Mt CO₂ i Frankrike, 72,6 Mt CO₂ i Storbritannia og 63,6 Mt CO₂ i Italia. Basert på myndighetenes egne antakelser om verdien av utslippsreduksjoner gir dette en monetær verdi på 7 686 millioner Euro i Storbritannia og 921 millioner Euro i Frankrike. I Italia er den monetære verdien utregnet ved hjelp av kvotepriser i ETS-systemet, og kommer da på 1 290 millioner Euro. Forskjellen kommer av ulike energimikser, hvor Storbritannia har en høy andel fossile brennstoff.²² For Storbritannias del skal det også legges til at det er en sosial gevinst i form av redusert energifattigdom.

Ser man på hvem som drar nytte av TWC-systemet, går den mest kvantifiserbare fordel til konsumentene i form av lavere strømregning. I Frankrike er dette estimert til 4 320 millioner Euro (Giraudet et al. 2011). For Storbritannias del har Lees (2008) splittet opp fordelene i ulike markeder. For vanlig kraft er det estimert en fordel på 6 720 millioner Euro, for gass 5 640 millioner Euro, og 658 millioner Euro til kunder av drivstoff. Totalt gir dette en fordel til konsumentene i Storbritannia på 13 020 millioner Euro. Pavan (2008) har gjort samme øvelse for Italia. Der er det funnet at fordelene for kundene er 600 Euro/toe for strøm og 750 Euro/toe for gass. Multipliserer man med energisparingen gir dette 7 980 millioner Euro for strøm og 8 925 millioner Euro for gass. Totalt gir dette en fordel til energikonsumentene på 16 905 millioner Euro i Italia.

3.7.4 Evaluering av kostnadseffektivitet

En måte å måle kostnadseffektivitet på, er å se på forskjellen mellom energipris og kostnaden ved energisparing. I Storbritannia har hver sparte kWh kostet 0,91 Eurocent, sammenlignet med en kraftpris på 13,94 Eurocent/kWh og gasspris på 3,7 Eurocent/kWh. I Frankrike har hver sparte kWh kostet 3,74 Eurocent, mot en kraftpris på 9,4 Eurocent/kWh og en gasspris på 4,4 Eurocent/kWh. Dermed er det billigere å spare energi enn å kjøpe den i begge landene. Tallene betyr at for hver Euro som brukes på energisparing, får en igjen 7,41 Euro i Storbritannia og 2,14 Euro i Frankrike. Nok en gang ser vi en tydelig forskjell mellom

²² European Commission (2007), *United Kingdom – Energy Mix Fact Sheet*
http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/factsheets/mix/mix_uk_en.pdf [Lest 10. Januar 2013].

3. Utvalgte sertifikatsystemer: utforming, resultater og evaluering

landene, også her på grunn av teknologiske forskjeller. Britene har også mer erfaring med energisparing. Giraudet et al. (2011) konkluderer med at de britiske tiltakene domineres av billig og langsiktig isolering, som er mer kostnadseffektivt enn de franske tiltakene som domineres av dyre og kortsiktige utskiftninger av oppvarmingssystemer.

Markedsmekanismene i et TWC-system skal sørge for like grensekostnader ved tiltak, og dermed redusere de totale kostnadene ved systemet. På bakgrunn av de overnevnte estimatene, ser det britiske systemet betydelig mer effektivt ut enn det franske. Likevel hevdes det at husholdningssektoren i Frankrike allerede var mer energieffektiv i starten av systemet, noe som har gjort nye tiltak dyrere. I følge Purchas (2009) har man sett tegn til at dette har skjedd i det britiske systemet (CERT), siden kostnadene nå stiger i en ikke-proporsjonal linje. Russolillo (2008) finner det samme for Italia, hvor de forpliktete partene nå har det vanskelig med å nå de stadig økte sparekravene. For å øke et systems effektivitet, foreslår Lees (2008) at målretting av tiltak i husholdninger med lav inntekt (som i Storbritannia) vurderes i andre land. Disse tiltakene gir dobbelt så stor gevinst sammenlignet med beregninger for alle husholdninger.

3.8 Oppsummering

Systemene i Italia, Frankrike og Storbritannia har en rekke fellestrekk når det gjelder deres prestasjoner. Sparemålene blir oppnådd med stor margin i alle systemene. Det kan være et tegn på at målene har vært for lite ambisiøse i utgangspunktet. Det kan dog være riktig med lave mål i en innfasingsperiode, slik at markedsaktørene kan innfase energieffektiviseringstiltak i sine kommersielle planer på en god måte. Det er også svært lite handel i alle systemene, men av ulike grunner.

Av de tre systemene som dette kapittelet iletter hovedfokuset, er det selvsagt det britiske som skiller seg mest ut. Dette er ikke et rent TWC-system siden det ikke utstedes sertifikater. Et argument for et hybridsystem som i Storbritannia er at det reduserer den administrative byrden sammenlignet med et ordinært TWC-system. Ulempen er at kun forpliktete parter kan delta i handelen. Dermed er det ikke sikkert at de mest kostnadseffektive tiltakene utføres først. Derfor kan gevinstene ved handel bli redusert, og myndighetene bør veie opp om gevinstene faktisk blir større enn de økte administrasjonskostnadene ved å ha et system for handel.

3. Utvalgte sertifikatsystemer: utforming, resultater og evaluering

Systemene i Italia og Frankrike fungerer mer som ordinære sertifikatsystemer, med noen fellestrekk og noen ulikheter. De har begge sertifikater, som betyr at prosjektene som gir energisparing skal godkjennes av en uavhengig part. Handelen i Frankrike foregår via bilaterale kontrakter mens det i Italia er et spotmarked i tillegg. Kvalifiserte tiltak, parter og sektorer har flere fellestrekk. Systemene er forskjellige i valg av forpliktete parter, markedsstørrelser, sertifikatstørrelser og bøter (Pavan 2011).

Argumentene for å ilegge energiselskapene sparekrav, og ikke kundene, staten eller en tredjepart, er flerfoldige. Energiselskapene har økonomiske muskler, tilgang på humankapital, kompetanse i markedsføring, ingeniørvitenskap, tilgjengelighet til kundene og ikke minst store kunnskaper om energimarkedet. Kunnskaper om energimarkedet inkluderer blant annet ulike markedsaktører, -volum og handelstidspunkt. Sparekrav til energiselskaper har i all hovedsak vist seg som et fleksibelt og effektivt verktøy for å levere energisparing som er kostnadseffektive. Empirien viser at dette gjelder både hvor energimarkedet er preget av monopol og frikonkurranse, og alt i mellom.

Argumentene for å innføre handel med disse sparekravene er å opprette konkurranse og sørge for kostnadseffektive tiltak. For å ha handel må en ikke nødvendigvis ha godkjenning fra myndighetene som krav. Handelen kan skje med kvalifiserte tiltak eller sparekrav som i Storbritannia, hvor forpliktete parter kan kjøpe tilgang til energieffektiviseringsprosjekter eller allerede godkjent sparing fra en tredjepart. Generelt kan det sies at handel gir mest gevinst når flere sektorer er dekket av sparekrav, samt at andre enn kun de forpliktete partene kan ta del i handelen.

TWC-systemene i Europa varierer kraftig i utforming. Tidshorisont og kriterier (antall kunder og/eller solgt energi) på sparekravene, kvalifiserte tiltak, parter og sektorer, tariffkomponent, straffenivå og administrasjon er eksempler på hvordan systemene er forskjellige. Hvordan systemene er utformet påvirker selvfølgelig handelen både direkte og indirekte. I Italia er distributører valgt som forpliktete parter. Distributører er allerede regulert av myndighetene, som igjen vil si at reguleringen påvirker kostnadene ved å møte sparekravene, noe som igjen påvirker handelen. Tariffkomponenten er et annet punkt som påvirker handelen. Denne komponenten varierer over maksnivå, differensiering på tiltak og bonuser, i de ulike

3. Utvalgte sertifikatsystemer: utforming, resultater og evaluering

systemene. Tariffkomponenten og dens utforming påvirker dermed sertifikatprisen i betydelig grad (Pavan 2011).

Et siste sentralt punkt som er viktig for et TWC-system er M&V. Hvordan basislinjen settes, håndtering av gratispassasjerer, rebound-effekten og tilleggsbesparelser varierer. Målingen varierer også mellom årlig og livslang sparing på prosjektene, og diskonteringsratene er forskjellige. Dokumentasjonskrav for godkjenning har også ulik praksis mellom landene. I Europa er det vanlig å bruke forventet sparing som metode for måling og godkjenning. Da har man en forhåndsdefinert liste som gir anslag på spart energi per tiltak, og partene blir kreditert besparelsene før de finner sted. Dette reduserer den administrative byrden. Det er dog en rekke barrierer å overkomme for at forventet sparing skal fungere som måleverktøy. Mangel på sektordata, mindre treffsikre anslag og tidsbruk i utforming av forventningene er noen av barrierene som må overkommes. Generelt er det store forskjeller på hvordan M&V blir gjennomført, noe som også vanskeliggjør komparativ analyse av de ulike TWC-systemene (Pavan 2011).

Under følger en tabell som oppsummerer de viktigste egenskapene ved de ulike TWC-systemene.

Tabell 6: Hovedelementer i TWC-systemene i Storbritannia, Italia og Frankrike

	Storbritannia*	Italia	Frankrike
<i>Mål</i>	Redusere CO ₂ -utslipp med 185 Mt CO ₂ innen 2012	Redusert konsum av primærenergi med minst 22,4 Mtoe (ca 260 TWh) i perioden 2005 til 2012, hvor 6 Mtoe (ca 70 TWh) skal spares i 2012	Redusere sluttbruken av energi med 54 TWh diskontert over livstiden til tiltaket (første periode)
<i>Tidshorisont</i>	2005-2008: EEC-2 2008-2012: EEC-3	2005-2012 (årlige mål)	Medio 2006 til medio 2009 Medio 2010 til medio 2013
<i>Årlige besparelser i sluttbruk av energi (TWh)^a</i>	3,5 ^b	4,5 ^c	1,3 ^d
<i>Kvalifiserte sektorer</i>	Kun husholdninger	Alle	Alle unntatt de som er dekket av ETS
<i>Restriksjoner på måloppnåelse</i>	40 % av besparelsene skal tilfalle prioriterte grupper	Frem til januar 2008: 50 % av besparelsene skal tilfalle egen energisektor	
<i>Forpliktete parter</i>	Elektrisitets- og gassleverandører med mer enn 50 000 sluttbrukere (økt fra 15 000 i 2008)	Elektrisitets- og gassdistributører med mer enn 50 000 kunder	Leverandører av elektrisitet, gass, naturgass, kjøling og oppvarming med salg som overstiger 0,4 TWh/år, og LP-gass over 0,1 TWh/år, samt alle leverandører av fyringsolje
<i>Parter kvalifisert for akkreditert sparing</i>	Leverandører av gass og elektrisitet	ESCOs, installatører av energitjenester, virksomheter (offentlige og private) med en energiansvarlig, samt ikke-forpliktete distributører av gass og elektrisitet	Alle markedsaktører med enkelte restriksjoner på ikke-forpliktete parter
<i>Parter kvalifisert for handel</i>	Kun forpliktete parter, men outsourcing av sparekrav er tillatt	Forpliktete og ikke-forpliktete parter, samt ESCOs	Forpliktete parter, ESCOs og andre markedsaktører som kan oppnå eller knytte sammen besparelser på mer enn 1 GWh.
<i>Markedsstørrelse</i>	8 leverandører dekker 99 % av	24 distributører av naturgass og 10	Over 2400 energileverandører, 23

3. Utvalgte sertifikatsystemer: utforming, resultater og evaluering

(2008)	leverandørmarkedet	elektrisitetsdistributører (forpliktete parter). 570 ikke-forpliktete distributører og mer enn 550 ESCOs	forpliktete parter står for mer enn 90 % av det totale sparemålet
<i>Kvalifiserte teknologier</i>	En åpen liste utformet av energimyndighetene. Eksempler: Isolasjon, sparepærer, energieffektive hvitevarer o.l.	En åpen liste med 14 kategorier. Eksempler: Sparepærer, isolasjon, sparedusj, solcellepanel o.l.	En åpen liste med ca. 100 tiltak for husholdninger og kommersiell sektor, samt 20 tiltak for industrien og 5 tiltak for transportsektoren
<i>System basert på sertifikater</i>	Nei, men handel med oppnådde besparelser og forpliktelser er tillatt	Ja	Ja
<i>Størrelse på sertifikat; diskonteringsfaktor; kostnadsoppretting</i>	Ingen sertifikater; ingen diskonteringsfaktor; ingen kostnadsoppretting	1 toe; ingen diskonteringsfaktor; fra 2009 avhenger kostnadsopprettelse av variasjoner i energipriser	Minimum 1 GWh grenseverdi på sertifikatene; 4 % diskonteringsfaktor bortsett fra første år; ingen effektiv kostnadsoppretting
<i>Handel</i>	Besparelser kan kun handles mellom forpliktete parter	Handel med sertifikater, spotmarked og OTC-handel	Handel med sertifikater, kun OTC-handel
<i>Bøter</i>	Straff kan være opptil 10 % av selskapets omsetning men tar hensyn til graden av underprestering	Proporsjonal straff fastsatt av regulatoren som tar hensyn til en rekke faktorer	0,02 Euro/kWh cumac

Kilder: Mundaca (2008) og Bertoldi et al. (2010).

*: systemet er implementert i England, Wales og Skottland.

a: Kilde for hele rekken er Eyre et al. (2009)

b: Basert på evaluering 2005-2008

c: Basert på sertifiserte besparelser i 2005-2007

d: Basert på estimering av årlig gjennomsnittelige besparelser i juli 2006 – juli 2009.

4. Er det grunnlag for hvite sertifikater i Norge?

Flere politikere, organisasjoner og enkeltpersoner har de siste årene ytret et ønske om å innføre hvite sertifikater i Norge. Miljøstiftelsen Bellona og bransjeforeningen Norsk Teknologi er blant dem, i tillegg til enkelte stortingspolitikere (Teknisk Ukeblad 2012). Tiltaket er ikke nevnt i regjeringens klimamelding (St. meld nr. 21 (2011-2012)), men blir omtalt av Lavenergiutvalget (2009) og i Energiutredningen fra 2012 (Olje- og energidepartementet 2012). I sistnevnte pekes det på at hvite sertifikater kan være et verktøy for å bøte på markedssvikten i markedet for energieffektiviserende tiltak, spesielt for å rette opp asymmetrisk informasjon.

I neste kapittel vil det presenteres en matematisk modell som beskriver kraftsektoren på en forenklet måte, og hvordan hvite sertifikater vil påvirke ulike faktorer. Før den matematiske analysen kan det være nyttig med et kort overblikk over kraftsektoren i Norge, og hvordan denne kraften omsettes på det nordiske kraftmarkedet. Til slutt vil markedet for energieffektivisering i Norge beskrives, og hvorfor enkelte hevder vi trenger hvite sertifikater for å øke effektiviseringsgraden.

4.1 Kraftsektoren i Norge

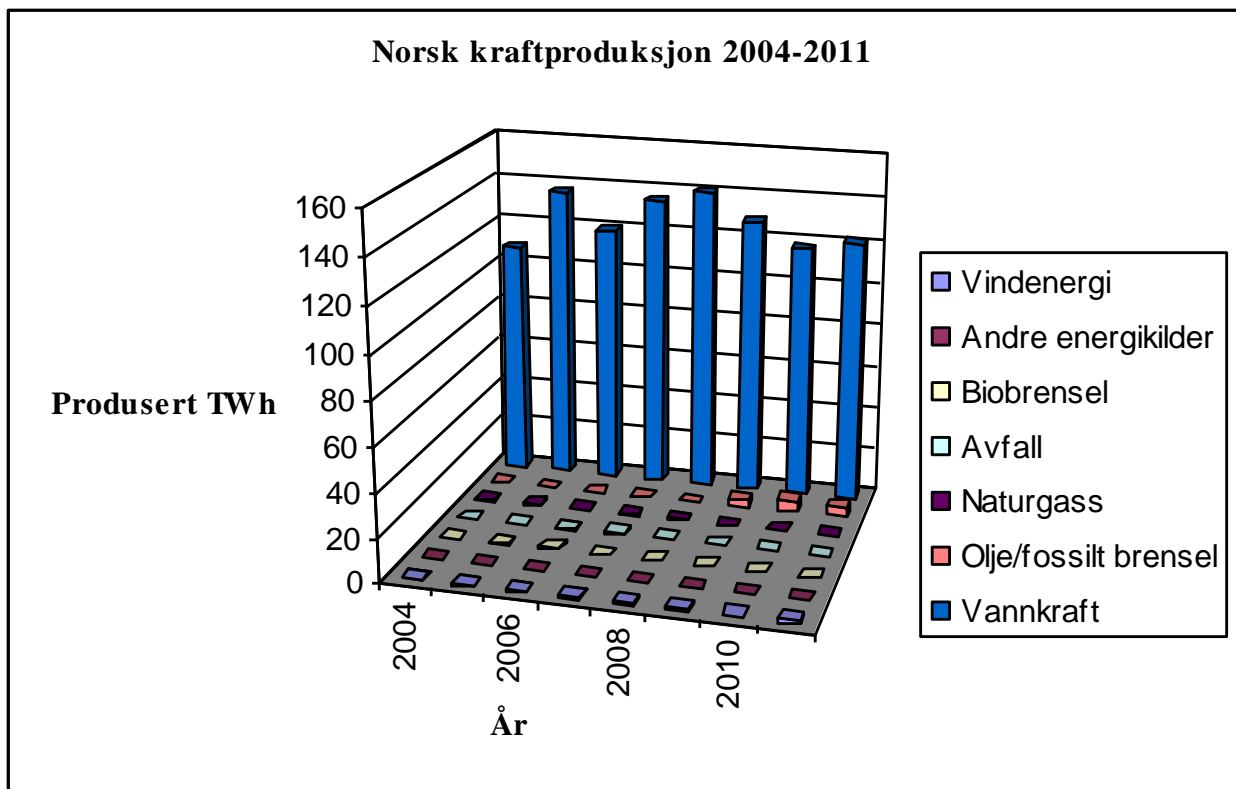
Det tidligere omtalte EU-direktivet fra 2003 (Direktiv 2003/54/EF), ofte kalt Elmarkedsdirektiv 2, førte til at Stortinget våren 2006 måtte vedta et krav om ”selskapsmessig og funksjonelt skille mellom nettvirksomhet og konkurranseutsatt virksomhet”. Med konkurranseutsatt virksomhet menes områder i kraftsektoren som er utsatt for konkurranse, herunder produksjon og omsetning av kraft. Nettvirksomhet er et naturlig monopol og dermed skjermet fra konkurranse.

Flere kommuner og fylkeskommuner har de siste årene solgt sine aksjeposter i de lokale kraftselskapene. Dette og andre endringer i kraftsektoren har ført til opprettelsen av store regionale kraftselskaper. Eksempler på slike er Lyse (Sør-Rogaland), Agder Energi (Aust- og Vest-Agder), BKK (i hovedsak Hordaland) og Skagerak Energi (Grenland og Vestfold). Disse selskapene er særegne i form av at de er dominerende i sin region, og at de er vertikalt integrerte. Det vil si at de er nettselskaper som også driver med konkurranseutsatt virksomhet.

4. Er det grunnlag for hvite sertifikater i Norge?

På grunn av Stortingets vedtak fra våren 2006 er distribusjonsdelen av disse skilt ut i et eget selskap.

Norge har Europas høyeste andel av fornybar energi i sin kraftproduksjon (se figur 4). Dette er selvsagt på grunn av den storstilte utbyggingen av vannkraftverk i forrige århundre. Denne utbyggingen har dog stoppet opp, noe som har ført til at Norge siden slutten av 90-tallet har gått fra å være en nettoeksportør av kraft til nettoimportør. Et særpreg ved vannkraftsektoren i Norge er hjemfallsvilkåret for konsesjoner gitt til privatpersoner. Som følge av denne går privat utbygde vannkraftverk etter hvert over i offentlig eie (Olje- og energidepartementet 2008).



Figur 4: Norsk kraftproduksjon 2004-2011

Kilde: Nord Pool

Produksjonskapasiteten i den norske kraftsektoren er eid av kommuner og fylkeskommuner (52 pst.), staten gjennom Statkraft SF (36 pst.) og private aktører (12 pst.). Det er 174 selskaper som produserer kraft, og 21 av disse er rene produksjonsselskaper. De ti største produsentene står for over 70 pst. av kapasiteten, som må kunne sies å være en relativt stor konsentrasjon på produksjonssiden. På distribusjonssiden eier Statnett SF, og dermed staten, 87 pst. av sentralnettet. Statnett har ansvaret for ”en samfunnsøkonomisk rasjonell drift og

4. Er det grunnlag for hvite sertifikater i Norge?

utvikling av det sentrale overføringsnettet”, og er operatør på hele sentralnettet. Det er 159 selskaper med distribusjonsvirksomhet på et eller flere nivå, og 42 av disse er rene nettselskaper. De fleste av disse er helt eller delvis eid av kommuner eller interkommunale samarbeid.

Vertikalt integrerte selskaper er selskaper som opererer på flere nivå i energikjeden. I kraftsektoren vil det si selskaper som driver både med distribusjon (naturlig monopol), produksjon og/eller omsetning av kraft. De to siste nivåene er utsatt for konkurranse. Det er 117 slike vertikalt integrerte selskaper, og 66 av disse driver med distribusjon, produksjon og omsetning. Det er 284 selskaper som driver med omsetning, og 96 av dem har det som eneste virksomhet. Disse selskapene kjøper kraft i markedet og selger den videre, primært til sluttbrukere.

4.2 Det nordiske kraftmarkedet

De nordiske landene²³ utgjør et fellesmarked for kraft. Dette markedet er tilknyttet andre deler av Europa via overføringsforbindelser. Finland er for eksempel knyttet til Russland, mens Norge har overføringskapasitet mot Nederland. I dette kraftnettet blir det alltid levert like mye kraft inn som det som blir tatt ut (når det tas hensyn til nettap). I Norge har vi store vannkraftressurser, og mengden vann i magasinene blir disponert ut fra det som maksimerer inntektene fra produksjonen. Her inngår både nåværende og forventninger om fremtidig spotpris på kraftmarkedet. Kraftmarkedet er organisert via handelsplassen Nord Pool, hvor Nord Pool Spot AS er stedet for fysiske kraftkontrakter, og Nord Pool ASA er stedet for finansielle kraftkontrakter.

4.2.1 Nord Pool – den nordiske kraftbørsen

Å drive med krafthandel er forbundet med stor økonomisk risiko. Spotprisen varierer mye på grunn av endringer i nedbør og temperatur. For å redusere den økonomiske risikoen kan markedsaktører sikre seg via finansielle kontrakter med en lengre tidshorisont. På grunn av transaksjonskostnader og økonomisk risiko er det kun store aktører i sektoren som er direkte inne på kraftbørsen. De store aktørene handler gjerne gjennom bilaterale kraftkontrakter, noe som er vanlig for norsk kraftkrevende industri. 70 pst. av kraftforbruket i Norge er omsatt via Nord Pools fysiske kraftkontrakter, resten er gjennom bilaterale avtaler.

²³ Norden er betegnelsen på landene Norge, Sverige, Danmark, Finland og Island.

4. Er det grunnlag for hvite sertifikater i Norge?

Markedet for fysiske kontrakter heter Elspot. Som navnet tilsier er det et spotmarked, med salg av kraftleveranser for neste døgn, time for time. Produsenter, distributører, leverandører og store konsumenter av kraft deltar i handelen, i tillegg til et knippe kraftmeglere som formidler kjøp og salg av kraft på vegne av en kunde. Som nevnt er distribusjon av kraft et naturlig monopol, dermed er Nord Pool Spot AS et monopolselskap. Nord Pool ASA som tjener det finansielle kraftmarkedet, er på den andre siden en konkurranseutsatt virksomhet, under tilsyn og konsesjon fra Finanstilsynet. På denne børsen tilbys det handel i terminkontrakter av flere typer, blant dem futurekontrakter²⁴, forwardkontrakter²⁵ og differansekontrakter²⁶. I tillegg foregår det handel med utslippsrettigheter av CO₂.

4.2.2 Sluttbrukermarkedet

Sluttbrukermarkedet har blitt kraftig deregulert og omstrukturert de siste tiårene, mye på grunn av de omtalte EU-direktivene. Alle sluttbrukere kan nå velge hvilken kraftleverandør de vil kjøpe fra, noe det er tegn på at flere benytter seg av. 28 pst. av husholdningskundene (inkludert hytter og fritidsboliger) hadde i 2007 en annen leverandør enn den dominerende i sitt område.

Den totale summen på strømrregningen som kundene mottar inkluderer flere faktorer. Disse er kraftprisen, nettleie (betaling for overføring), forbruksavgift, merverdiavgift og en sum til Energifondet²⁷. Summen på strømrregningen avhenger også av hvilken type kontrakt kundene har tegnet med sin leverandør. I 2007 hadde om lag halvparten av forbrukerne en ”standard variabel kontrakt”, som betyr at leverandøren kan endre prisen, men med minst to ukers varsel. Om lag 40 pst. hadde spotpriskontrakter, som følger markedsprisen på kraftbørsen pluss et påslag. 10 pst. hadde ulike fastpriskontrakter, som binder prisen i for eksempel et år.

²⁴ En futurekontrakt har fastsatte terminer, men hvor verdsettingen gjøres løpende, gjerne daglig. Kjøper og selger blir kreditert og debittert etter utviklingen i verdien, sammenlignet med verdien da avtalen ble inngått.

²⁵ En forwardkontrakt avtaler et fremtidig kjøp. Alle faktorer er bestemt, herunder pris, kvantum, kvalitet og tid for salg. Ved oppgjørsgdag kan kontrakten ende med at kjøper får varen til avtalt pris, eller at forskjellen mellom verdi på kontraktsdato og innløsningsdato blir betalt ut.

²⁶ En differansekontrakt er en avtale mellom to parter, hvor selger vil betale kjøper forskjellen i verdi på en vare mellom nåværende pris og pris på oppgjørsgdag. Dersom forskjellen er negativ går det omvendt. Disse kontraktene er en form for derivater og er ofte brukt for spekulasjon i ulike markeder.

²⁷ Formålet med Energifondet er å ”fremme en miljøvennlig omlegging av energibruk og energiproduksjon”. Videre heter det at ”Energifondet skal være en forutsigbar og langsiktig finansieringskilde for omleggingsarbeidet” (Statsbudsjettet 2012).

4.2.3 Kraftutveksling med utlandet

Tettere tilknytning til det europeiske markedet vil føre til at prissignaler derfra vil slå sterkere ut i det nordiske markedet. Dette kan skje gjennom svingninger i temperatur og værforhold, men også politiske grep som innføringen av EUs klimavotesystem, EU ETS. Hvordan disse prisendringene blir videreført til forbrukerne avhenger av de overnevnte kontraktstypene. En stor grad av kraftimport kan også føre til prissvingninger. Siden slutten av 90-tallet har Norge vært nettoimportør av kraft. Norge har tradisjonelt vært en nettoeksportør, men stadig forbruksvekst og lite kraftutbygging de senere år har snudd utviklingen.

På grunn av dette er overføringsevnen til utlandet svært viktig. Kraftutvekslingen gjør oss mindre sårbare for tilsigsvariasjoner til vannkraftverkene, samt at den utnytter vannkraftens reguleringssevne. Vannkraften kan reguleres opp og ned relativt raskt, noe som ikke er tilfelle med dem vi utveksler kraft med, som baserer sin produksjon på varmekraftverk (kull, olje, gass og kjernekraft). På en annen side gir varmekraftverkene en stabil tilgang på billig energi, også utenom forbrukstoppene, siden den er kostbar å regulere opp og ned. Norsk vannkraft er mindre stabil i produksjonen, og disse faktorene samlet gjør at kraftutvekslingen gir oss en stabil tilgang på energi med mindre prissvingninger. Norge utveksler mest kraft med Sverige, men har også overføringskapasitet til resten av Norden, samt Nederland og Russland.

4.3 Behovet for økt energieffektivisering i Norge

Et av de mest brukte argumentene for å innføre hvite sertifikater er at moderniseringsraten i bygningsmassen er for lav. Dette ble også fremhevet i en rapport fra 2011, bestilt av Byggenæringens landsforening (NHO), Norsk Teknologi, Energi Norge og Norsk Eiendom (Ibenholt & Fiksen 2011). Denne rapporten peker på at TWC-systemer ikke behøver å være spesifikt innrettet mot bygningsmassen, men at det her ligger et stort potensial for effektivisering. Rapporten peker på at hvite sertifikater bør innføres på lengre sikt, men at vi vet for lite av effektene ved et slikt system i dag.

Lavenergiutvalget (2009) anslår i sitt framtidsscenario at sparepotensialet i norske bygg er 11 TWh innen 2020 (se tabell 7). Det forutsettes at den årlige rehabiliterings-/moderniseringsraten i både boliger og yrkesbygg er på 1,5 pst. Videre er det antatt en Enøk-rate (energiøkonomisering) på 2 pst., som vil tilsi energibesparelser på 20 pst. mellom 2010 og 2020.

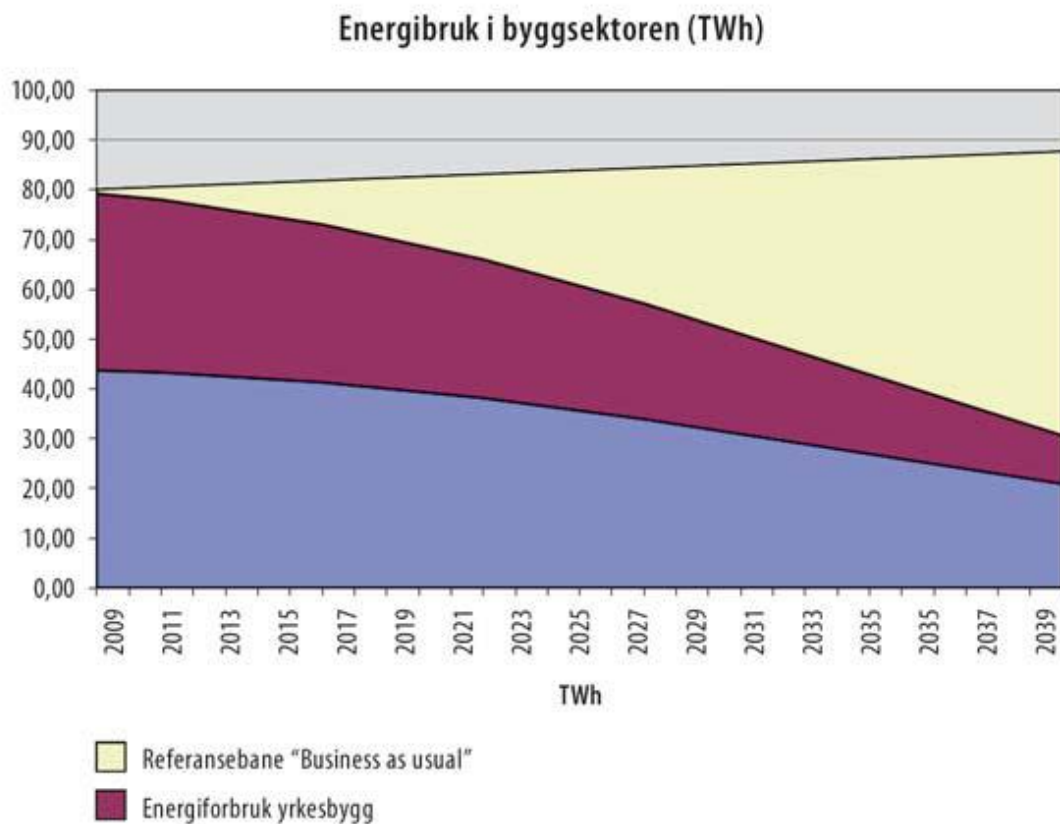
4. Er det grunnlag for hvite sertifikater i Norge?

Tabell 7: Lavenergiutvalgets anslag for sparepotensial

<i>Sparepotensial</i>	2020 (TWh/år)	2030 (TWh/år)	2034 (TWh/år)
<i>Boliger</i>	4,5	13,6	23,0
<i>Yrkesbygg</i>	6,5	15,8	26,2
<i>Sum</i>	11,0	29,4	49,2

Kilde: Lavenergiutvalget (2009)

Utvalgets scenario for byggsektoren vises i figur 5 hvor den blå delen er energiforbruk i boliger, den rød i yrkesbygg, og den gule delen energibesparelsene relativt til BAU-scenarioet.



Figur 5: Energibruk i byggsektoren

Kilde: Lavenergiutvalget (2009)

Anslag på potensialet for energieffektivisering i bygningsmassen varierer. I tillegg eksisterer det ulike tidshorisonter. Bellona og Simens' Effektiviseringsrapport fra 2008 anslo 8,4 TWh, mens andre rapporter anslår mer (Bellona & Norsk Teknologi 2010).

Det eksisterer også et enormt sparepotensial i industrien. Dette er ikke grundig utredet, men Lavenergiutvalget anslår at kraftkrevende industri kan redusere energiforbruket med 15 pst.

4. Er det grunnlag for hvite sertifikater i Norge?

Det anslås videre at øvrig industri kan redusere forbruket med 30 pst. Enova har anslått om lag det samme (29 pst.) for landbasert industri. I Lavenergiutvalgets beregninger ligger det en antakelse om at potensialene de regner ut er tekniske, og ikke økonomiske. Det er derfor langt fra sikkert deres anslag kan oppnås ved bruk av kostnadseffektive tiltak.

4.4 Oppsummering

Kraftsektoren i Norge er preget av store, regionale aktører som for eksempel Agder Energi, BKK og Lyse. Disse selskapene driver gjerne med både distribusjon og salg, men med distribusjonsdelen skilt ut i eget selskap. Markedsaktørene kan kjøpe og selge kraft i det nordiske fellesmarkedet gjennom kraftbørsen Nord Pool.

Potensialet for økt energieffektivisering i bygg er stort i Norge. Lavenergiutvalget (2009) anslo at sparepotensialet er opp mot 11 TWh innen 2020. Dette er en teknisk antagelse, så det er tvilsomt at alle disse besparelsene kunne blitt realisert på en kostnadseffektiv måte. For å få mest mulig kostnadseffektive besparelser i fremtiden, har flere politikere og organisasjoner tatt til orde for å innføre hvite sertifikater i Norge. De kommende kapitlene ser på hvordan et slikt system fungerer i teori og praksis.

Tittelen på dette kapitlet spør om det er grunnlag for å innføre hvite sertifikater i Norge. Svaret er definitivt ja dersom målet er å gjøre bygningsmassen mer energieffektiv. Dersom målet er å redusere energiforbruket totalt sett, er det usikkert hvilket virkemiddel som treffer best (se kapittel 8). Hovedmålet med sertifikatsystemene i Europa har ofte vært å redusere utslippene av CO₂, gjennom redusert kraftforbruk. For Norges del er denne effekten tvilsom, siden nesten all kraft kommer fra fornybare energikilder.

5. Matematisk modell og analyse for hvite sertifikater

5.1 Modellen

Her presenteres en enkel matematisk modell for å beskrive hvordan et sparekrav fra myndighetene påvirker kraftmarkedet. Det antas at det er mange like leverandører og ESCOer. ESCOer (med kostnader $h(z)$) og produsenter (med kostnader $g(y)$) har strengt konvekse kostnadskurver. Distributører er ikke inkludert i modellen, da det antas at det er leverandørene som får spareforpliktelser, og modellen søker å se hvordan de tilpasser seg endrede krav. Leverandører får sparekrav som andel (β) av ordinært strømsalg, y . Aller først defineres de viktigste parameterne:

z	strømsparing
y	vanlig strøm
x	total energimengde
$z = \beta y$	sparekrav
q_y	engrospris
$p(x)$	sluttbrukerpris

Konsumentene etterspør en totalmengde energi lik $x = y + z$. De er indifferente om deres nytte blir oppnådd gjennom y eller z . En enhet vanlig energi har samme nytte som en enhet spart energi. Dette kan beskrives med et kort eksempel. Dersom en konsument ønsker å oppnå en bestemt temperatur i rommet, krever det en viss mengde energi, x . Konsumenten kan velge å bruke en ekstra enhet energi (y) på sin varmeovn for å oppnå temperaturen. Han kan også investere i en bedre varmeovn (z) som bruker mindre energi for å oppnå samme temperatur. Dermed er han indifferent mellom y og z , dersom prisen er den samme. Dette gir følgende nyttefunksjon:

$$U(x); x = y + z \quad (5.1)$$

Med nyttefunksjonen og de definerte parameterne kan x , y og z uttrykkes som funksjoner av hverandre:

$$y = x - z$$

5. Matematisk modell og analyse for hvite sertifikater

$$\begin{aligned}y &= x - \beta y \\x &= (1 + \beta)y \\y &= \frac{x}{(1 + \beta)} \\z &= \frac{x \beta}{(1 + \beta)} \\x &= \frac{1 + \beta}{\beta} z\end{aligned}$$

Videre antas det en profittfunksjon for kraftprodusentene og førsteordensvilkåret blir regnet ut:

$$\pi_p = q_y y - g(y) \quad (5.2)$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial y} = q_y - g'(y) = 0$$

$$q_y = g'(y) \quad (5.3)$$

Dermed er engrosprisen er lik produsentenes grensekostnad. Dette er tilfellet både ved frikonkurransse og med sertifikater (TWC). ESCOenes profittfunksjon og førsteordensvilkår er vist nedenfor. Disse bedriftene produserer strømsparing (z), og har kostnadsfunksjonen $h(z)$. Når de selger energisparingen får de betalt engrospris q_y per enhet. I tillegg til dette, mottar de et hvitt sertifikat per enhet energisparing, som de selger til sertifikatprisen s .

$$\pi_E = (q_y + s)z - h(z) \quad (5.4)$$

$$\frac{\partial \pi_E}{\partial z} = q_y + s - h'(z) = 0$$

$$h'(z) = q_y + s \quad (5.5)$$

Dermed gjelder følgende sammenheng: $h'(z) = g'(y) + s \rightarrow s = h'(z) - g'(y)$.

5. Matematisk modell og analyse for hvite sertifikater

Denne modellen antar at det er perfekt konkurranse i leverandørmarkedet, som vil si at $p(x)$ er gitt og konstant. Leverandørens profittfunksjon maksimeres for å finne likevektspris. Leverandørene får betalt $p(x)$ per x (både y og z) de selger. De må betale engrospris per x , og i tillegg kjøper de z sertifikater (lik βy), for å oppnå sparekravet de blir pålagt fra myndighetene:

$$\begin{aligned}\pi_L &= p(x)x - q_y(y + z) - s\beta y \\ \pi_L &= p(x)x - q_y x - s\beta \frac{x}{1 + \beta}\end{aligned}\tag{5.6}$$

$$\frac{\partial \pi_L}{\partial x} = p(x) - q_y - s \frac{\beta}{1 + \beta} = 0$$

$$p(x) = q_y + s \frac{\beta}{1 + \beta}\tag{5.7}$$

$$p(x) = g'(y) + \frac{\beta}{1 + \beta} (h'(z) - g'(y))$$

$$p(x) = \left(1 - \frac{\beta}{1 + \beta}\right) g'(y) + \left(\frac{\beta}{1 + \beta}\right) h'(z)$$

$$p(x) = \left(\frac{1}{1 + \beta}\right) g'(y) + \left(\frac{\beta}{1 + \beta}\right) h'(z)\tag{5.8}$$

Denne tilbudsfunksjonen er satt sammen av andeler av grensekostnadene til produsentene og ESCO-ene.

Dersom markedet hadde vært uregulert, det vil si uten sparekrav, ville leverandørens førsteordensbetingelse blitt $p(x) = q_y$. ESCOer ville ikke fått inntekter fra sertifikater, så deres førsteordensvilkår ville blitt $h'(z) = q_y$. Produsentenes førsteordensvilkår ville også her blitt $g'(y) = q_y$. Dermed gjelder følgende vilkår for frikonkurranse i energimarkedet:

$$p(x) = g'(y) = h'(z)$$

5.2 Analyse av økte sparekravs påvirkning på energimiksen

5.2.1 Utregning

I modellen som er beskrevet ovenfor, er både x , y og z avhengige av sparekravet β . Dette må inn i tilbudsfunksjonen for å analysere sparekravets påvirkning på energimengdene.

x , y og z gjøres nå avhengige av β (slik de implisitt har vært frem til nå):

$$p(x(\beta)) = \left(\frac{1}{1+\beta}\right) g'(y(\beta)) + \left(\frac{\beta}{1+\beta}\right) h'(z(\beta)) \quad (5.9)$$

I det følgende skal det analyseres hvordan økte sparekrav påvirker x , y og z . Rent intuitivt vil det være logisk å tenke at et økt sparekrav gir mindre energi totalt sett, mindre vanlig energi, og mer energisparing. Analysen vil vise at det er usikkerhet knyttet til å bruke sertifikater som virkemiddel for å redusere energikonsumet, og samtidig øke energisparingen.

Analysen begynner med å se på hva et økt sparekrav har å si for den totale mengden energi, x . For å finne $\frac{dx}{d\beta}$ må $y(\beta)$ og $z(\beta)$ erstattes med uttrykk for $x(\beta)$ i tilbudsfunksjonen (5.9), og uttrykket totalderiveres med hensyn på β :

$$p(x(\beta)) = \left(\frac{1}{1+\beta}\right) g'\left(\left(\frac{1}{1+\beta}\right)x(\beta)\right) + \left(\frac{\beta}{1+\beta}\right) h'\left(\left(\frac{\beta}{1+\beta}\right)x(\beta)\right)$$

$$\frac{dp}{dx} \frac{dx}{d\beta} = -\left(\frac{1}{(1+\beta)^2}\right) g'(\dots) + \left(\frac{1}{1+\beta}\right) g''(\dots) \left[-\left(\frac{1}{(1+\beta)^2}\right)x(\beta) + \left(\frac{1}{1+\beta}\right)\frac{dx}{d\beta}\right]$$

$$+ \left(\frac{1}{(1+\beta)^2}\right) h'(\dots) + \left(\frac{\beta}{1+\beta}\right) h''(\dots) \left[\left(\frac{1}{(1+\beta)^2}\right)x(\beta) + \left(\frac{\beta}{1+\beta}\right)\frac{dx}{d\beta}\right]$$

Etter en rekke mellomregninger står $\frac{dx}{d\beta}$ til slutt alene på venstre side:

$$\frac{dx}{d\beta} = \frac{\frac{x(\beta)}{(1+\beta)} [h''(\dots)\beta - g''(\dots)] + [h'(\dots) - g'(\dots)]}{\frac{dp}{dx} (1+\beta)^2 - h''(\dots)\beta^2 - g''(\dots)} \quad (5.10)$$

5. Matematisk modell og analyse for hvite sertifikater

I denne og i de kommende utregningene, vil funksjonene få tomme parenteser etter de er derivert. Dette gjøres for å forenkle uttrykkene, og påvirker ikke tolkningen av dem.

For å finne $\frac{dy}{d\beta}$ brukes samme metode. Under er $x(\beta)$ og $z(\beta)$ erstattet med deres uttrykk for $y(\beta)$ i ligning (5.9).

$$\begin{aligned}
 p((1 + \beta)y(\beta)) &= \left(\frac{1}{1 + \beta}\right) g'(y(\beta)) + \left(\frac{\beta}{1 + \beta}\right) h'(\beta y(\beta)) \\
 \frac{dp}{dy} \frac{dy}{d\beta} + \frac{dp}{dy} \frac{d(1 + \beta)}{d\beta} &= -\left(\frac{1}{(1 + \beta)^2}\right) g'(\dots) + \left(\frac{1}{1 + \beta}\right) g''(\dots) \frac{dy}{d\beta} + \left(\frac{1}{(1 + \beta)^2}\right) h'(\dots) \\
 &+ \left(\frac{\beta}{1 + \beta}\right) h''(\dots) \left[y(\beta) + \beta \frac{dy}{d\beta}\right]
 \end{aligned}$$

Etter en rekke mellomregninger er $\frac{dy}{d\beta}$ alene på venstre side:

$$\frac{dy}{d\beta} = \frac{h''(\dots)\beta y(\beta) + \frac{1}{(1 + \beta)} [h'(\dots) - g'(\dots)] - \frac{dp}{dy}}{\frac{dp}{dy} (1 + \beta) - h''(\dots)\beta^2 - g''(\dots)} \quad (5.11)$$

Til slutt skal $\frac{dz}{d\beta}$, innvirkning på energisparingen, finnes. Også her brukes metoden hvor $x(\beta)$ og $y(\beta)$ erstattes med uttrykk for $z(\beta)$ i ligning (5.9).

$$\begin{aligned}
 p\left(\left(\frac{1 + \beta}{\beta}\right)z(\beta)\right) &= \left(\frac{1}{1 + \beta}\right) g'\left(\frac{1}{\beta}z(\beta)\right) + \left(\frac{\beta}{1 + \beta}\right) h'(z(\beta)) \\
 \frac{dp}{dz} \frac{dz}{d\beta} + \frac{dp}{dz} \frac{d\left(\frac{1 + \beta}{\beta}\right)}{d\beta} &= -\left(\frac{1}{(1 + \beta)^2}\right) g'(\dots) + \left(\frac{1}{1 + \beta}\right) g''(\dots) \left[-\frac{1}{\beta^2}z(\beta) + \frac{1}{\beta} \frac{dz}{d\beta}\right] \\
 &+ \left(\frac{1}{(1 + \beta)^2}\right) h'(\dots) + \left(\frac{\beta}{1 + \beta}\right) h''(\dots) \frac{dz}{d\beta}
 \end{aligned}$$

Til slutt er et uttrykk for $\frac{dz}{d\beta}$ alene på venstre side:

$$\frac{dz}{d\beta} = \frac{\left(\frac{1}{(1+\beta)}\right)[h'(\dots) - g'(\dots)] - g''(\dots)\frac{1}{\beta^2}z(\beta) + \frac{dp}{dz}\frac{1}{\beta^2}}{\frac{dp}{dz}(1+\beta) - h''(\dots)\beta - g''(\dots)\frac{1}{\beta}} \quad (5.12)$$

5.2.2 Tolkning av derivasjon

Det er allerede antatt at kostnadskurvene er strengt positivt konvekse. Dermed er derivert og dobbelderivert av $h(z)$ og $g(y)$ positive. Det antas også at $\frac{dp}{dx} = p'(x) < 0$, som kun sier at prisen går ned dersom det tilbys mer energi. Først ut er sparekravets påvirkning på totalmengden av energi, x . Følgende uttrykk er funnet:

$$\frac{dx}{d\beta} = \frac{\frac{x(\beta)}{(1+\beta)}[h''(\dots)\beta - g''(\dots)] + [h'(\dots) - g'(\dots)]}{\frac{dp}{dx}(1+\beta)^2 - h''(\dots)\beta^2 - g''(\dots)} \quad (5.10)$$

Her er nevneren negativ, fordi to positive uttrykk blir trukket fra et negativt. I telleren er det siste uttrykket positivt, fordi det er lik sertifikatprisen som må antas positiv, gitt at sertifikatmarkedet fungerer. Når det kommer til første del av det første leddet, $\frac{x(\beta)}{(1+\beta)}$, er det positivt, og for øvrig lik $y(\beta)$. Uttrykket inne i klammeparentesen er mer usikkert, men det er mest sannsynlig negativt. Det er mulig at $h''(x)$ er noe større enn $g''(y)$, men β er gjerne mellom 0 og 0,2, som vil gjøre $h''(x)\beta$ mindre enn $g''(y)$. Modellen sier likevel ikke om telleren er positiv eller negativ. En høy sertifikatpris kan gjøre telleren positiv, og dermed hele uttrykket negativt, men dette er usikkert. Derfor konkluderes det med at **økte sparekrav β har en usikker virkning på totalmengden av energi, x .**

Videre ser modellen på sparekravets innvirkning på vanlig energi, y . Følgende uttrykk er utregnet:

$$\frac{dy}{d\beta} = \frac{h''(\dots)\beta y(\beta) + \frac{1}{(1+\beta)}[h'(\dots) - g'(\dots)] - \frac{dp}{dy}}{\frac{dp}{dy}(1+\beta) - h''(\dots)\beta^2 - g''(\dots)} \quad (5.11)$$

Som med x , er nevneren negativ også her. To positive uttrykk blir trukket fra et negativt. Telleren er gir her et klart svar, og er tydelig positiv. De to første leddene er positive i sin natur, mens det siste er negativt. Minustegnet foran $\frac{dp}{dy}$ gjør at det likevel blir positivt. Dermed gir modellen en positiv teller og en negativ nevner, som gir et negativt uttrykk. Det kan derfor konkluderes med at **økte sparekrav β vil gi mindre produksjon av vanlig energi, y .**

For strømsparing (z), gir modellen følgende uttrykk:

$$\frac{dz}{d\beta} = \frac{\left(\frac{1}{(1+\beta)}\right)[h'(\dots) - g'(\dots)] - g''(\dots)\frac{1}{\beta^2}z(\beta) + \frac{dp}{dz}\frac{1}{\beta^2}}{\frac{dp}{dz}(1+\beta) - h''(\dots)\beta - g''(\dots)\frac{1}{\beta}} \quad (5.12)$$

Nok en gang er nevneren negativ, fordi to positive uttrykk blir trukket fra et negativt uttrykk. Telleren gir et mer usikkert bilde. Det første og andre leddet er positivt, men det andre med negativt fortegn. Det tredje leddet er negativt siden $\frac{dp}{dz} < 0$. Modellen sier lite om størrelsene på uttrykkene, men det andre leddet kan bli et høyt tall, siden $\frac{1}{\beta^2}$ gir et positivt høyt tall. Dermed er teller mest sannsynlig negativ, og at hele uttrykket dermed er positivt. Det kan likevel ikke konkluderes, siden modellen ikke sier noe om hvilke verdier størrelsene innehar. Derfor sier modellen at **økte sparekrav har en usikker virkning på energisparing, z .**

5.2.3 Prisgrenser

Dersom sertifikatmarkedet periodevis ikke fungerer, kan myndighetene velge å innføre en øvre og nedre prisgrense for sertifikatprisen. Øvre grense vil da fungere som en straff (bøter). Dersom sertifikatprisen når dette nivået brukes det for mye y med hensyn til kravet β . For å illustrere med et eksempel: gitt en β lik 0,1 (10 pst.), skal energisparing være 10 pst. av vanlig energi. Det betyr at en ikke kan bruke mer enn ti ganger så mye vanlig energi som energisparing. Om en brukte mer, ville en nådd pristaket, og myndighetene ville utstedt straff

5. Matematisk modell og analyse for hvite sertifikater

for ekstra konsumert vanlig energi. I slike tilfeller vil TWC-systemet fungere som et avgiftssystem. De fleste TWC-systemer har en form for slike bøter (se kapittel 3 om systemene).

Den nedre grensen vil inntreffe når produksjon av energisparing overgår etterspørselen etter sertifikater. Dette vil skape et overskudd av sertifikater i markedet. Med eksempelet med β lik 0,1, vil da energisparingens andel av energimiksen overstige 10 pst. Staten vil da kjøpe opp overskuddsetterspørselen av sertifikater til en pris som er lik den nedre grensen. I dette tilfellet vil TWC-systemet fungere som et subsidiesystem.

Modellen i dette kapittelet skal nå brukes til å se på hvordan x , y og z påvirkes av økte sparekrav, dersom systemet ikke fungerer og sertifikatprisen er eksogent gitt av en prisgrense. Sertifikatprisen er bestemt av følgende sammenheng: $g'(y) + s = h'(z)$. Gitt at s er en eksogen konstant, totalderiveres dette uttrykket med hensyn på β :

$$g''(y(\beta)) \frac{dy}{d\beta} = h''(z(\beta)) \frac{dz}{d\beta}$$

Her forsvinner s siden den er konstant. I uttrykket blir grensekostnadene dobbelderiverte, som er antatt positive. Dermed sier uttrykket over at $\text{sign} \frac{dy}{d\beta} = \text{sign} \frac{dz}{d\beta}$, som vil si at β virker i samme retning på y og z ved prisgrenser. Nyttefunksjonen $x = y + z$ gir oss videre $\frac{dx}{d\beta} = \frac{dy}{d\beta} + \frac{dz}{d\beta}$, som igjen gir følgende sammenheng:

$$\text{sign} \frac{dx}{d\beta} = \text{sign} \frac{dy}{d\beta} = \text{sign} \frac{dz}{d\beta} \quad (5.13)$$

For å finne riktig fortegn brukes funksjonen for likevektspris, som totalderiveres med hensyn på β :

$$p(x) = \left(\frac{1}{1+\beta} \right) g'(y) + \left(\frac{\beta}{1+\beta} \right) h'(z)$$

$$\frac{dp}{dx} \frac{dx}{d\beta} = \frac{1}{(1+\beta)^2} [h'(z) - g'(y)] + \frac{1}{(1+\beta)} g''(y) \frac{dy}{d\beta} + \frac{1}{(1+\beta)} h''(z) \frac{dz}{d\beta}$$

Fortegnet på flere uttrykk er allerede kjent, som settes nede til høyre etter hvert ledd:

$$\frac{dp}{dx_-} \frac{dx}{d\beta} = \frac{1}{(1+\beta)^2} [h'(z) - g'(y)]_+ + \frac{1}{(1+\beta)} g''(y)_+ \frac{dy}{d\beta} + \frac{1}{(1+\beta)} h''(z)_+ \frac{dz}{d\beta}$$

Det er også kjent at $\frac{dx}{d\beta}$, $\frac{dy}{d\beta}$ og $\frac{dz}{d\beta}$ har samme fortegn, men ikke hvilket. Det settes positivt fortegn på $\frac{dx}{d\beta}$, og det undersøkes om det kan være riktig:

$$\frac{dp}{dx_-} \frac{dx}{d\beta_+} = \frac{1}{(1+\beta)^2} [h'(z) - g'(y)]_+ + \frac{1}{(1+\beta)} g''(y)_+ \frac{dy}{d\beta_+} + \frac{1}{(1+\beta)} h''(z)_+ \frac{dz}{d\beta_+}$$

I følge venstre side skal hele høyre side bli et negativt uttrykk. Dette stemmer ikke, og det sjekkes for negativ $\frac{dx}{d\beta}$:

$$\frac{dp}{dx_-} \frac{dx}{d\beta_-} = \frac{1}{(1+\beta)^2} [h'(z) - g'(y)]_+ + \frac{1}{(1+\beta)} g''(y)_+ \frac{dy}{d\beta_-} + \frac{1}{(1+\beta)} h''(z)_+ \frac{dz}{d\beta_-}$$

Her skal hele høyresiden være et positivt uttrykk. Dette stemmer dersom første ledd er større enn de to siste. Dermed har $\frac{dx}{d\beta}$, $\frac{dy}{d\beta}$ og $\frac{dz}{d\beta}$ negative fortegn. Det konkluderes derfor med at **x , y og z reduseres med økte sparekrav β dersom prisgrensene inntreffer.**

5.3 Oppsummering

I dette kapittelet er det utledet en tilbudsfunksjon som inneholder andeler av kraftprodusenters og ESCOers grensekostnader. Denne vil i det kommende kapittelet bli brukt til å finne en likevektspris, og simulere et energimarked med hvite sertifikater. Det er også slått fast at sparekravene et TWC-system fører med seg, gir mindre produksjon av vanlig energi, y , men har en usikker virkning på totalmengden av energi, x , og energisparingen, z . Til slutt er det funnet at dersom systemet kollapser på en eksogent gitt øvre eller nedre prisgrense, vil det fungere henholdsvis som et avgifts- eller subsidiesystem. I en slik situasjon vil sparekravene føre til mindre produksjon av x , y og z .

6. Simulering av et energimarked med hvite sertifikater

6.1 Modell for simulering

I dette kapitlet presenteres det en enkel utvidelse av den matematiske modellen fra forrige kapittel, med formål å simulere markedet for strøm og energisparing. I simuleringen vil det antas at markedet fungerer, noe som gjør at prisgrensene fra forrige kapittel faller bort. Simuleringen vil bli brukt til å vise utviklingen i priser, kvanta og profitt når sparekrav (β) endres. Funksjonene baseres på en avtakende etterspørsel og strengt konvekse kostnadsfunksjoner.

Det antas en enkel lineær og invers etterspørselsfunksjon:

$$\begin{aligned} p(x) &= 100 - x \\ p'(x) &= -1 \end{aligned} \tag{6.1}$$

Ordinær strøm (y) har følgende kostnadsfunksjon:

$$\begin{aligned} g(y) &= \frac{1}{2}y^2 \\ g'(y) &= y > 0 \\ g''(y) &= 1 \end{aligned}$$

Strømsparing (z) har følgende kostnadsstruktur:

$$\begin{aligned} h(z) &= 4z^2 + 50z \\ h'(z) &= 8z + 50 \\ h''(z) &= 8 \end{aligned}$$

Det er nå definert nok parametere til å utlede likevekten, og gå videre med å simulere verdier gitt en eksogent bestemt β . Likevekten i dette markedet utledes ved å sette tilbud lik etterspørsel. Ligning (5.8) er tilbudsfunksjon, og (6.1) er etterspørselsfunksjon i likevekt.

$$100 - x = \left(\frac{1}{1 + \beta}\right)g'(y) + \left(\frac{\beta}{1 + \beta}\right)h'(z) \tag{6.2}$$

6. Simulering av et energimarked med hvite sertifikater

Det skal nå utledes et uttrykk for y , som en funksjon av β , for å komme i gang med simuleringen. x , $g'(y)$ og $h'(z)$ erstattes i (6.2) med uttrykk for y . y settes så alene på venstre side.

$$\begin{aligned}
 100 - (1 + \beta)y &= \left(\frac{1}{1 + \beta}\right)y + \left(\frac{\beta}{1 + \beta}\right)(8z + 50) \\
 100 &= \left(\frac{\beta^2 + 2\beta + 2}{1 + \beta}\right)y + [8z + 50]\frac{\beta}{1 + \beta} \\
 100 - 50\frac{\beta}{1 + \beta} &= \left(\frac{\beta^2 + 2\beta + 2}{1 + \beta}\right)y + [8\beta y]\frac{\beta}{1 + \beta} \\
 y &= \frac{50\beta + 100}{9\beta^2 + 2\beta + 2} \tag{6.3}
 \end{aligned}$$

Her er uttrykket for vanlig energi, y , en funksjon av det eksogene sparekravet, β . Herifra er det enkelt å simulere energisparing via $z = \beta y$ og totalmengde energi via $x = z + y$. Sluttbrukerprisen finnes ved $p = 100 - x$, og sertifikatprisen finnes gjennom $s = h'(z) - g'(y)$.

Profittuttrykkene ble utledet i forrige kapittel, men gjentas her. Summen av disse utgjør det totale produsentoverskuddet (PO), mens konsumentoverskuddet er gitt ved $KO = \frac{(100 - p(x))x}{2}$.

$$\begin{aligned}
 \pi_E &= (q_y + s)z - h(z) \\
 \pi_L &= p(x)x - q_y x - s\beta y \\
 \pi_P &= q_y y - g(y)
 \end{aligned}$$

Med dette er de nødvendige funksjonene utledet. Modellen kan nå simulere utviklingen i energimiks, priser og profitt når sparekravene endres. Summen av produsent- og konsumentoverskuddet utgjør det samfunnsøkonomiske overskuddet (SØO). $\beta = 0$ tilsvarer en situasjon uten regulering, og dermed frikonkurranse (FK). I denne situasjonen er det samfunnsøkonomiske overskuddet 2 500. Dette reduseres med økte sparekrav, og reduksjonen i overskuddet kan dermed ansees som et samfunnsøkonomisk tap (SØT).

6. Simulering av et energimarked med

Tabell 8: Simulering av energimarked med hvite sertifikater

β	x	z	y	s	$p(x)$	π_p	π_L	π_e	PO	KO	SØO	SØT
0	50	0	50	0	50	1250	0	0	1250	1250	2500	0
0,01	50,23	0,50	49,73	4,25	49,77	1236,55	0	0,99	1237,54	1261,41	2498,95	1,05
0,02	50,41	0,99	49,42	8,49	49,59	1221,30	0	3,91	1225,20	1270,64	2495,84	4,16
0,03	50,55	1,47	49,08	12,70	49,45	1204,37	0	8,67	1213,04	1277,71	2490,75	9,25
0,04	50,65	1,95	48,70	16,88	49,35	1185,91	0	15,18	1201,09	1282,68	2483,77	16,23
0,05	50,71	2,41	48,29	21,02	49,29	1166,06	0	23,32	1189,39	1285,59	2474,97	25,03
0,06	50,72	2,87	47,85	25,12	49,28	1144,98	0	32,98	1177,96	1286,50	2464,46	35,54
0,07	50,71	3,32	47,39	29,15	49,29	1122,81	0	44,01	1166,82	1285,50	2452,33	47,67
0,08	50,65	3,75	46,90	33,12	49,35	1099,69	0	56,30	1155,99	1282,68	2438,67	61,33
0,09	50,56	4,17	46,38	37,01	49,44	1075,77	0	69,71	1145,48	1278,12	2423,60	76,40
0,1	50,44	4,59	45,85	40,83	49,56	1051,18	0	84,09	1135,28	1271,93	2407,21	92,79
0,11	50,28	4,98	45,30	44,56	49,72	1026,06	0	99,32	1125,38	1264,21	2389,59	110,41
0,12	50,10	5,37	44,73	48,21	49,90	1000,53	0	115,26	1115,80	1255,07	2370,86	129,14
0,13	49,89	5,74	44,15	51,77	50,11	974,72	0	131,78	1106,50	1244,62	2351,12	148,88
0,14	49,66	6,10	43,56	55,23	50,34	948,72	0	148,76	1097,48	1232,96	2330,44	169,56
0,15	49,40	6,44	42,96	58,59	50,60	922,65	0	166,08	1088,73	1220,21	2308,94	191,06
0,16	49,12	6,78	42,35	61,86	50,88	896,60	0	183,62	1080,23	1206,47	2286,70	213,30
0,17	48,82	7,09	41,73	65,02	51,18	870,66	0	201,30	1071,96	1191,85	2263,81	236,19
0,18	48,51	7,40	41,11	68,09	51,49	844,90	0	219,00	1063,90	1176,44	2240,35	259,65
0,19	48,17	7,69	40,48	71,05	51,83	819,40	0	236,64	1056,04	1160,35	2216,39	283,61
0,2	47,83	7,97	39,86	73,91	52,17	794,21	0	254,15	1048,36	1143,67	2192,03	307,97

Kilde: egne beregninger.

6.2 Resultater

Simuleringen av denne modellen gir en rekke interessante resultater. Det er regnet ut resultater med sparekrav fra 0, som tilsvarer frikonkurransen, til 20 pst. Sparekravet har en uklar virkning på totalmengden av energi, x . I frikonkurransen er den lik 50, før den stiger med lave sparekrav. Etter hvert begynner den å synke, og mellom sparekrav på 12 og 13 pst. blir den mindre enn 50, før den ender på 47,83 med et sparekrav på 20 pst. Dette stemmer overens med derivasjonen fra den matematiske modellen, hvor β hadde en usikker virkning på x .

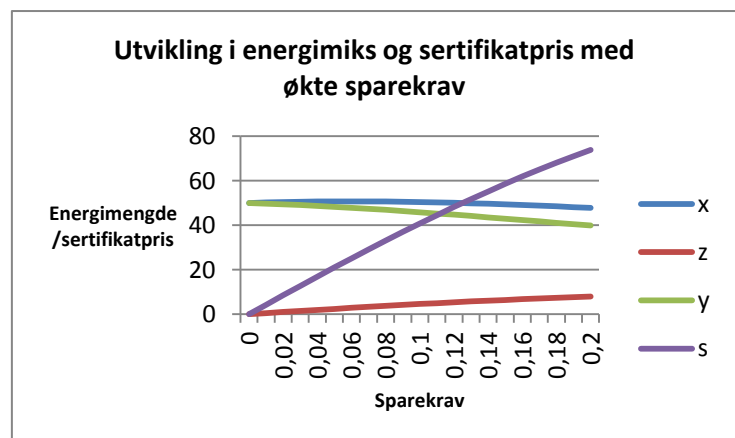
Prisen er utledet fra den enkle etterspørselsfunksjonen $p(x) = 100 - x$, noe som gjør at prisen beveger seg i motsatt retning av totalmengden av energi, x . Den begynner på 50 i frikonkurransen, før den reduseres med lave sparekrav, før den igjen passerer 50 (selvsagt mellom 12 og 13 pst.), og ender opp på 52,17 med sparekrav på 20 pst.

Energisparing, z , øker fra 0 i frikonkurransen til 7,97 med sparekrav på 20 pst. Her er det tydelig at økte sparekrav gir økt energisparing. I den matematiske modellen måtte det konkluderes med at β hadde en usikker virkning på z . Likevel ble det sagt at «..teller mest sannsynlig er negativ, og at hele uttrykket dermed er positivt.» Dette er også resultatet av simuleringen. Økte sparekrav gir mer energisparing.

Vanlig energi, y , starter med en mengde på 50 i frikonkurransen, og reduseres med økte sparekrav. Vanlig energi ender opp på 39,86 med sparekrav på 20 pst. Dette er som forventet fra den matematiske modellen, hvor derivasjonen viste at y reduseres med økte sparekrav.

Sertifikatprisen, s , er en funksjon av z og y . Den begynner på 0 i

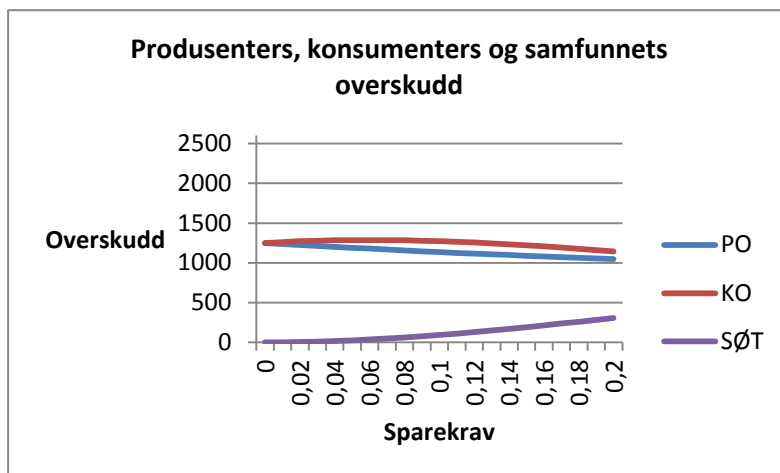
frikonkurransen, og stiger etter hvert som sparekravene økes, og ender på 73,91 med sparekrav på 20 pst. Sertifikatprisen økes med z og reduseres med y , noe som gjør at den stiger kraftig med økte sparekrav (se figur 6).



Figur 6: Energimiks og sertifikatpris med sparekrav

6. Simulering av et energimarked med hvite sertifikater

Profittuttrykkene gir vidt forskjellige verdier, rett og slett på grunn av modellens oppbygning. Det er frikonkurransse i leverandørmarkedet, som gjør at profitten blir lik null uavhengig av sparekrav. Produsentene begynner med en profitt på 1250 i frikonkurransse, men denne blir nesten halvert mot et sparemål på 20 pst. Årsaken er at sparekravene gjør at det produseres mindre vanlig energi, noe som rammer produsentene. ESCOers profitt starter på 0 i frikonkurransse, siden det ikke blir produsert energisparing i en slik situasjon. Med sparekrav øker den mer og mer, og ender opp på 254,15 med sparekrav på 20 pst. Til sammen gir dette et produsentoverskudd (PO) på 1250 i frikonkurransse, som synker med økte sparekrav. Årsaken er at produsentenes profitt synker mer enn ESCOenes øker.



Figur 7: Overskudd med sparekrav

Konsumentoverskuddet begynner på 1250 i frikonkurransse, og øker i starten med lave sparekrav. Årsaken til dette er at også x øker, samtidig som prisen går ned. Dette gir økt konsumentoverskudd, helt til sparekravet når 13 pst., hvor energimengden, og dermed også konsumentoverskuddet, reduseres til mindre enn utgangspunktet. Med sparemål på 20 pst. er KO lik 1143,67. Legger man sammen produsent- og konsumentoverskuddet, får man et samfunnsøkonomisk overskudd (SØO) i frikonkurransse på 2500. Dette blir mindre med sparekrav, og er lik 2192,03 med sparemål på 20 pst. Dette kan sees på som et velferdstap (SØT) på 307,97, siden SØO reduseres med sparekrav. Likevel blir dette et definisjonsspørsmål, siden sparekrav gir mer energisparing, som er en målsetning fra samfunnets side ved innføring av et sertifikatsystem. Det samfunnsøkonomiske tapet er vist sammen med produsent- og konsumentoverskuddet i figur 7.

7. Ulike mål og virkemidler for energisparing

EU har tre hovedmål innen energipolitikken. CO₂-utslippene skal reduseres, andelen fornybar energi skal økes, og til slutt skal energiforbruket reduseres. Tinbergen (1952) påpekte at det optimale er like mange virkemidler som mål. Målet om redusert energiforbruk skulle da kun hatt et virkemiddel. Dette er ikke tilfellet. Enkelte land har sertifikatsystem, subsidier og avgifter, hvor et av argumentene for virkemidlene er å redusere energiforbruket.

Dette er alle instrumenter som kan oppnå målet, men hva er optimalt? Dette kapitlet skal se på hva som gjør de tre virkemidlene optimale, ved å se på hvordan målet om redusert energiforbruk utformes. Analysen er inspirert av Amundsen og Mortensen (2012), som utførte en lignende analyse for fornybar/grønn energi. Først ut er målet om at energisparing skal være minst en bestemt andel av den vanlige energien, før målet endres til bestemte størrelser på energisparing og vanlig energi.

Til grunn ligger antakelsen om at markedet må oppfylle dette kriteriet dersom det ikke er regulert:

$$p(x) = MC(y) = MC(z) \quad (7.1)$$

Dette vil gi samfunnsøkonomisk optimalitet, hvor det samfunnsøkonomiske tapet er lik null. Her er grensekostnadene like for produksjon av vanlig energi og energisparing. I et marked med frikonkurranse vil dette være optimalt, siden pris lik grensekostnad maksimerer samfunnets overskudd. Med mine antakelser for kostnad, tilbud og etterspørsel (fra kapittel 5 og 6) vil dette markedet gi at $y = x = p(x) = 50$. Energisparingen, z , vil være lik null, og grensekostnadene vil være $h'(z) = g'(y) = 50$.

Grunnen til at produksjonen av energisparing er lik null, er at produksjonen av energisparing er ulønnsom uten ekstra incentiver. Derfor må myndighetene gi positive incentiver til å produsere energisparing. Dette kapitlet skal gjennomgå tre ulike virkemidler for å oppnå denne produksjonen, men med tre ulike mål.

7.1 Mål om energisparing som andel av vanlig energi

Dersom myndighetene bestemmer seg for at energisparingen skal være lik en andel (α) av den vanlige energisparingen, vil den samfunnsøkonomiske optimale produksjonen være lik:

$$p(x) = (1 - \alpha)MC(y) + \alpha MC(z) \quad (7.2)$$

Her vil kraftprisen være sammensatt av andeler av grensekostnadene for vanlig strøm ($MC(y)$) og energisparing ($MC(z)$), altså $g'(y)$ og $h'(z)$ i min modell. Dette kriteriet sier hva optimal energisparing er, men også optimal mengde vanlig energi, og dermed også totalmengden av energi. Dette optimalitetsvilkåret setter vanlig energi og energisparing i et andelsforhold hvor den totale energimiksen inneholder $(1-\alpha)$ prosent vanlig energi, og α prosent energisparing. Hverken målet om en bestemt andel, eller de to neste, kan oppnås uten regulering, siden produksjon av energisparing da faller til null. I praksis er det dyrere å produsere energisparing enn vanlig strøm, som fører til at produksjonen av energisparing blir lik null uten offentlig inngripen. Energisparing gir positive eksternaliteter som ikke blir priset inn i et uregulert marked.

Et sertifikatsystem virker optimalt for å oppnå målet om energisparing som en andel av vanlig energi. Maksimering av strømleverandørers og ESCOers profittfunksjoner underlagt et sertifikatsystem vil gi samme resultat som er optimalt for samfunnets synsvinkel. Med de antatte parameterne i kapittel 5 og 6 vil total kraftproduksjon og -pris være følgende:

$$x = 100 - q_y - \frac{\beta}{1 + \beta} s$$

$$p(x) = q_y + \frac{\beta}{1 + \beta} s$$

Mengden energi blir altså redusert av sertifikatsystemet, og prisen økes (se siste ledd av de to overnevnte funksjonene). Funksjonen på pris er den samme som kriteriet for samfunnsøkonomisk optimalitet dersom en setter inn verdiene for s og q_y i et sertifikatsystem.

$$p(x) = q_y + \frac{\beta}{1 + \beta} (h'(z) - g'(y))$$

7. Ulike mål og virkemidler for energisparing

$$p(x) = g'(y) + \frac{\beta}{1 + \beta}(h'(z) - g'(y))$$

$$p(x) = \left(1 - \frac{\beta}{1 + \beta}\right)g'(y) + \left(\frac{\beta}{1 + \beta}\right)h'(z) \quad (7.3)$$

Subsidier er en annen form for regulering som kan gi energisparing lik en andel av vanlig energi. Det kan dog vises at dette ikke er samfunnsøkonomisk optimalt, all den tid kraftproduksjonen blir større enn det optimale, og prisen lavere. Dette vises ved å maksimere førsteordensvilkårene til leverandører og ESCOer, og se på optimalt tilbud under et subsidiesystem. ESCOene får nå tilført en subsidie, γ , per enhet energisparing de produserer. Produsentene blir ikke regulert, og har dermed grensekostnad lik engrospris.

$$\pi_E = (q_y + \gamma)z - h(z)$$

$$\frac{\partial \pi_E}{\partial z} = q_y + \gamma - h'(z) = 0$$

$$h'(z) = q_y + \gamma$$

$$q_y = h'(z) - \gamma$$

$$\pi_L = p(x)x - q_y x$$

$$\frac{\partial \pi_L}{\partial x} = p(x) - q_y = 0$$

$$p(x) = q_y = g'(y) = h'(z) - \gamma$$

Her blir kraftprisen lavere enn ved den optimale sammensetningen av energisparing og vanlig strøm. Dette fører igjen til en større totalproduksjon av energi enn det som er optimalt. Dette skyldes selvfølgelig at subsidier i sin natur er midler som blir tilført et marked utenfra, noe som vil medføre at det produseres mer til en lavere pris.

Denne prisfunksjonen samsvarer ikke med optimalitet, siden subsidiene ikke setter energisparing i et andelsforhold med vanlig energi. Neste kapittel vil vise at det samfunnsøkonomiske tapet blir større enn ved et sertifikatsystem.

7. Ulike mål og virkemidler for energisparing

Myndighetene kan også bruke en CO₂-avgift, τ , for å oppnå en bestemt andel energisparing. Heller ikke dette er samfunnsøkonomisk optimalt, siden kraftprisen blir høyere enn den optimale, og produksjonen mindre. En avgift trekker ressurser ut fra markedet, og øker kostnadene ved å produsere energi. Dette vises ved å maksimere produsenters og leverandørers profittfunksjoner, og finne optimalt tilbud med en CO₂-avgift. ESCOer blir ikke regulert i dette tilfellet, og har dermed grensekostnad lik engrospris.

$$\begin{aligned}\pi_p &= q_y y - g(y) - \tau y \\ \frac{\partial \pi_p}{\partial y} &= q_y - g'(y) - \tau = 0 \\ q_y &= g'(y) + \tau\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\pi_L &= p(x)x - q_y x \\ \frac{\partial \pi_L}{\partial x} &= p(x) - q_y = 0\end{aligned}$$

$$p(x) = q_y = h'(z) = g'(\bar{y}) + \tau$$

En CO₂-avgift virker i samme retning som et sertifikatsystem ved at prisen blir høyere og totalproduksjon av energi går ned. Det er likevel ikke optimalt, av samme årsak som ved subsidier, ved at energisparing og vanlig energi ikke settes i et andelsforhold.

Både subsidier og avgift kan oppnå myndighetenes mål om energisparing som en andel av vanlig energi. Det er likevel ikke samfunnsøkonomisk optimalt, fordi samfunnet får et større velferdstap enn ved et sertifikatsystem. I neste kapittel vil dette vises ved hjelp av simulering.

7.2 Mål om bestemt mengde energisparing

Myndighetene kan også bestemme seg for å oppnå en bestemt størrelse energisparing (\bar{z}). I dette tilfellet vil følgende være samfunnsøkonomisk optimal produksjon:

$$p(x) = MC(y) = MC(\bar{z}) - \gamma \tag{7.4}$$

7. Ulike mål og virkemidler for energisparing

Her vil kraftprisen være lik grensekostnad for vanlig energi, som igjen er lik grensekostnad for energisparing minus en skyggepris, γ , som knytter seg til kravet om at energisparing minst skal være en bestemt størrelse. Uten denne skyggeprisen ville produksjonen av energisparing vært lik null i et uregulert marked. Dette kriteriet bestemmer også optimal størrelse på vanlig energi, y , og dermed også total energimengde, x .

Det kan vises at et subsidiesystem virker optimalt for å oppnå dette målet. I kapittel 7.1 ble optimalt tilbud for subsidier funnet, og denne tilbudsfunksjonen gir samfunnsøkonomisk optimalitet, dersom målet er å oppnå en bestemt størrelse energisparing.

$$p(x) = g'(y) = h'(\bar{z}) - \gamma \quad (7.5)$$

Et sertifikatsystem kan også oppnå målet om en bestemt størrelse på energisparingen, men det kan vises at dette ikke er samfunnsøkonomisk optimalt. Et sertifikatsystem knytter seg til en andel energisparing, og vil gi et samfunnsøkonomisk tap ved dette målet. Førsteordensbetingelsene ved et TWC-system gir følgende kostnadsfunksjoner:

$$\begin{aligned} g'(y) &= q_y \\ h'(\bar{z}) &= q_y + s \end{aligned}$$

ESCOers maksimerte profittfunksjon er *høyere* enn kraftprodusentenes ved optimal produksjon. Dette er fordi ESCOer får ekstrainntekter fra sertifikatene. Dette er også tilfellet med subsidier, men subsidiene er satt for å oppnå en viss mengde energisparing, mens sertifikatprisen (s) er markedsbestemt og satt sammen av kostnadene til ESCOer og produsenter:

$$s = h'(\bar{z}) - g'(z)$$

Dette brukes i førsteordensvilkåret for leverandører under et sertifikatsystem, for å finne optimal produksjon under denne type regulering (utregning i kapittel 7.1).

$$p(x) = \left(1 - \frac{\beta}{1 + \beta}\right) g'(y) + \left(\frac{\beta}{1 + \beta}\right) h'(\bar{z})$$

7. Ulike mål og virkemidler for energisparing

Dette er optimalitetsvilkåret når myndighetenes mål er å oppnå en andel, som vist i kapittel 5 og i starten av dette kapitlet. Her knyttes vanlig energi og energisparing sammen i en bestemt andel, og vil gi et samfunnsøkonomisk tap dersom målet er å oppnå en bestemt størrelse energisparing. Simulering viser at dette gir mindre totalmengde med strøm enn det optimale, siden vanlig energi reduseres for mye.

Den tredje typen regulering som kan oppnå en bestemt mengde energisparing, er CO₂-avgifter. En slik avgift gjør energisparing relativt mer lønnsomt, men oppfyller ikke kriteriet for samfunnsøkonomisk optimalitet. Grunnen til dette er at den totale energimengden blir mindre enn den optimale, og dermed blir prisen høyere. Dette vises ved å maksimere produsentenes og leverandørenes profittfunksjoner og finne optimalt tilbud under et avgiftsregime (utregning i kapittel 7.1).

$$p(x) = q_y = h'(z) = g'(\bar{y}) + \tau$$

Dette oppfyller ikke kriteriet for optimalitet. Produsenter av vanlig energi må betale en avgift som øker deres utgifter, og dermed går produksjonen mer ned enn optimalt gitt at myndighetene har et mål om en bestemt mengde energisparing.

Årsaken til at hverken sertifikater eller en CO₂-avgift oppfyller det samfunnsøkonomiske kriteriet, er at midler må tilføres utenfra for å øke mengden energisparing (til et bestemt nivå) på en optimal måte. Sertifikater bare omfordeler ressurser internt i markedet, mens avgifter tar ressurser ut av markedet.

7.3 Mål om redusert mengde vanlig energi

Et vanlig mål å sette seg er å redusere forbruket av vanlig energi. Dette er målbart ved bruk av et BAU-scenario, og dersom virkemidlene er riktige er det oppnåelig. Ved et slikt mål vil samfunnsøkonomisk optimal produksjon være følgende:

$$p(x) = MC(\bar{y}) + \tau = MC(z) \quad (7.6)$$

7. Ulike mål og virkemidler for energisparing

Her er prisen lik grensekostnad ved energisparing, lik grensekostnad ved vanlig energi (til et bestemt nivå \bar{y}), pluss en skyggepris τ . Dette kriteriet bestemmer totalmengden energi og optimal energisparing sett fra samfunnets synsvinkel. Kriteriet blir oppfylt ved en avgift på produksjonen av vanlig energi, omtalt som en CO₂-avgift. Dette vises ved å maksimere produsentenes og leverandørenes profittfunksjoner, for å finne optimalt tilbud under et avgiftsregime (utregning i kapittel 7.1).

$$p(x) = q_y = h'(z) = g'(\bar{y}) + \tau \quad (7.7)$$

Denne tilbudsfunksjonen oppfyller kriteriet. Produsenter av vanlig energi får en avgift som gjør det dyrere å produsere, noe som fører til redusert produksjon av vanlig energi. Avgiften slår også ut i en høyere sluttbrukerpris.

Et sertifikatsystem vil ikke oppfylle dette kriteriet. Som tidligere vil et slikt system knytte sammen vanlig energi og energisparing i et andelsforhold. Optimalt tilbud ved et sertifikatsystem utledes via førsteordensbetingelsene, noe som har blitt gjort tidligere i kapitlet. Derfor vises kun funksjonen for optimalt tilbud:

$$p(x) = \left(1 - \frac{\beta}{1 + \beta}\right) g'(\bar{y}) + \left(\frac{\beta}{1 + \beta}\right) h'(z)$$

Her er altså vanlig energi og energisparing knyttet sammen i et andelsforhold. Her vil totalmengden av energi bli høyere enn det optimale, og kraftprisen lavere. Dette systemet produserer mer energisparing enn nødvendig for å oppnå myndighetenes mål.

En subsidie vil også kunne redusere vanlig energi ved å gjøre energisparing billigere, og dermed vanlig energi relativt dyrere. Den oppfyller likevel ikke kriteriet for samfunnsøkonomisk optimalitet dersom myndighetene har et eksplisitt mål om å redusere mengden vanlig energi. Maksimering av førsteordensbetingelser og optimalt tilbud er tidligere regnet ut, og her vises kun tilbudsfunksjonen ved en subsidie:

$$p(x) = g'(\bar{y}) = h'(z) - \gamma$$

7. Ulike mål og virkemidler for energisparing

Heller ikke dette oppfyller kravet. Det produseres for mye energi og prisen er lavere enn det optimale. Hverken sertifikater eller subsidier er optimalt, siden en bestemt reduksjon av vanlig energi er optimalt dersom ressurser blir trukket ut av markedet. Sertifikater omfordeler, subsidier tilfører, mens avgifter trekker ut. Det samfunnsøkonomiske overskuddet blir maksimert ved en avgift, noe som også vil vises med simulering i neste kapittel.

7.4 Oppsummering

Dette kapitlet gir følgende konklusjoner; dersom målet er at energisparing skal være en bestemt andel av vanlig energi - bruk sertifikater. Dersom målet er å oppnå en bestemt størrelse på energisparing - bruk subsidier. Dersom målet er å redusere forbruket av vanlig energi med en bestemt størrelse - bruk avgifter. Alle tre virkemidler kan brukes for å oppnå alle tre mål, men dersom feil virkemiddel brukes, vil det gi en for høy eller lav kraftproduksjon, i forhold til hva som er samfunnsøkonomisk optimalt. Det samfunnsøkonomiske tapet minimeres om de riktige virkemidlene brukes. I neste kapittel skal alle tre virkemidler simuleres for alle de tre målene. Simuleringen vil vise hvordan energimiks og priser påvirkes av de ulike virkemidlene.

8. Simulering av tre ulike virkemidler med tre ulike mål

I kapittel 6 ble et energimarked med et sertifikatsystem simulert, og verdier på kvanta, priser og profitt ble regnet ut. Det ble forutsatt at myndighetene hadde et mål om at energisparing skulle være lik en andel av vanlig energi. I kapittel 7 ble det slått fast at et sertifikatsystem vil være det optimale for å oppnå dette målet.

I dette kapittelet vil samtlige virkemidler blir simulert, opp mot de tre målsetningene som ble omtalt i forrige kapittel. Modellen for simuleringen er hentet fra kapittel 5, 6 og 7. I det følgende vil metode for simulering og resultatene bli gjennomgått. Hvert delkapittel avsluttes med en oppsummering, hvor resultatene blir diskutert.

8.1 Mål om energisparing som andel av vanlig energi

8.1.1 Metode for andelsmål

Hvordan et sertifikatsystem simuleres med dette målet er allerede gjennomgått i kapittel 6, med bakgrunn i modellen fra kapittel 5. Selve resultatene er simulert og vist allerede, men de gjentas likevel her (tabell 9) for å sammenligne med avgift og subsidier.

For å simulere et avgiftssystem er metoden noe annerledes. Et slikt system har likevekten $100 - x = y + \tau = 8z + 50$, som kommer fra de antatte funksjonene i kapittel seks og syv. Når myndighetene har et mål om at z skal være lik en andel av y , $z = \beta y$, kan også z erstattes i den overnevnte likevekten med $z = \frac{\beta}{1+\beta}x$. Dette gir et uttrykk for x ved et avgiftssystem:

$$x = \frac{50(1 + \beta)}{9\beta + 1} \quad (8.1)$$

Når x er funnet, kan også z , y , τ og $p(x)$ regnes ut. Profitten til de tre bedriftene følger også samme oppskrift, sett bort fra at produsentene får en avgift på hver enhet produserte y . Denne avgiften blir først videreført til leverandørene gjennom økt engrospris, før leverandørene viderefører den til konsumentene gjennom økt sluttbrukerpris. Ved utregning av det samfunnsøkonomiske overskuddet (SØO), legges skatteinntektene til staten ($\tau \cdot y$) på toppen av produsent- og konsumentoverskuddet. Skatteinntektene kan brukes på andre

8. Simulering av tre ulike virkemidler med tre ulike mål

samfunnsnyttige formål, og kan derfor ikke sees på som et tap, selv om de er trukket ut fra energimarkedet.

For å simulere et subsidiesystem brukes følgende likevekt: $100 - x = y = 8z + 50 - \gamma$. y erstattes i likevekten med $y = \frac{1}{1+\beta}x$, som gir et uttrykk for x :

$$x = \frac{100(1 + \beta)}{2 + \beta} \quad (8.2)$$

Dette gir muligheten til å gå videre for å finne z , y , γ og $p(x)$. For å regne ut profitt brukes samme uttrykk som ved frikonkurransen, bortsett fra for ESCOer som nå får tilført en subsidie for hver enhet energisparing de produserer. Utgiftene staten har til subsidier ($\gamma \cdot z$) blir trukket fra det samfunnsøkonomiske overskuddet. Dette er midler som kunne blitt brukt på andre samfunnsnyttige formål, og må derfor trekkes fra overskuddet.

8.1.2 Resultater med andelsmål

For å se på resultatene blir sparekrav på 0, 5, 10, 15 og 20 pst. tatt med i tabellene. I tabell 9 vises resultatene for et sertifikatsystem. Som i kapittel seks, er utgangseksempelen en situasjon med frikonkurransen. Sparekravene gjør at det produseres mer energisparing og mindre vanlig energi. For å se på hva som er best sett fra samfunnets ståsted, må produsent- og konsumentoverskuddet, altså det samfunnsøkonomiske overskuddet, estimeres. Det blir målet på hvilke virkemidler som fungerer best.

I tabell 10 presenteres resultatene med et avgiftssystem. Her blir produsentene pålagt en avgift τ per produsert y . Avgiften i tabell 10 er regnet ut gitt det eksogent bestemte sparekravet, altså det avgiftsnivået som oppnår sparekravet. Avgiftssystemet gir en kraftig reduksjon i produsert energi, både vanlig energi og energisparing (sammenlignet med sertifikatsystemet). Avgiften må settes høyt for at sparekravene skal oppnås. Dette gir høy sluttalgspris og lav profitt for produsentene. Den høye markedsprisen kommer av at konsumentene må betale for den ekstra skattebyrden. Selv om ikke ESCOer blir regulert i et slikt system, vil de produsere energisparing.

8. Simulering av tre ulike virkemidler med tre ulike mål

Tabell 9: Sertifikater for andelsmål

β	x	z	y	s	p(x)	π_p	π_y	π_z	PO	KO	SØO	SØT
0	50	0	50	0	50	1250	0	0	1250	1250	2500	0
0,05	50,71	2,41	48,29	21,09	49,29	1166,06	0	23,32	1189,39	1285,59	2474,97	25,03
0,10	50,44	4,59	45,85	40,83	49,56	1051,18	0	84,09	1135,28	1271,93	2407,21	92,79
0,15	49,40	6,44	42,96	58,59	50,60	922,65	0	166,08	1088,73	1220,21	2308,94	191,06
0,20	47,83	7,97	39,86	73,91	52,17	794,21	0	254,15	1048,36	1143,67	2192,03	307,97

Tabell 10: Avgift for andelsmål

β	x	z	y	τ	p(x)	π_p	π_y	π_z	PO	KO	SØO*	SØT
0	50	0	50	0	50	1250	0	0	1250	1250	2500	0
0,05	36,21	1,72	34,48	29,31	63,79	594,53	0	11,89	606,42	655,47	2272,59	227,41
0,10	28,95	2,63	26,32	44,74	71,05	346,26	0	27,70	373,96	418,98	1970,22	529,78
0,15	24,47	3,19	21,28	54,26	75,53	226,35	0	40,74	267,09	299,34	1720,80	779,20
0,20	21,43	3,57	17,86	60,71	78,57	159,44	0	51,02	210,46	229,59	1524,23	975,77

*: $\tau*y$ blir lagt til SØO (kan brukes på andre formål).

Tabell 11: Subsidier for andelsmål

β	x	z	y	γ	p(x)	π_p	π_y	π_z	PO	KO	SØO**	SØT
0	50	0	50	0	50	1250	0	0	1250	1250	2500	0
0,05	51,22	2,44	48,78	20,73	48,78	1189,77	0	23,80	1213,56	1311,72	2474,72	25,28
0,10	52,38	4,76	47,62	40,48	47,62	1133,79	0	90,70	1224,49	1371,88	2403,63	96,37
0,15	53,49	6,98	46,51	59,30	46,51	1081,67	0	194,70	1276,37	1430,50	2293,13	206,87
0,20	54,55	9,09	45,45	77,27	45,45	1033,06	0	330,58	1363,64	1487,60	2148,76	351,24

** $\gamma*z$ blir trukket fra SØO (kunne blitt brukt på andre formål).

Kilde for alle tabeller: egne beregninger.

8. Simulering av tre ulike virkemidler med tre ulike mål

Dette skjer fordi den økte markedsprisen gir dem en høyere marginalinntekt for salg av energisparing. Det samfunnsøkonomiske overskuddet reduseres mer enn ved sertifikater, ettersom avgiftssystemet gjør at det produseres mindre energi enn det optimale, som dermed øker prisene for konsumenter og kostnadene for produsenter.

Til slutt viser tabell 11 hvordan subsidier må utformes for å oppnå sparekravene myndighetene setter. Subsidiene i tabellen er de som må settes for å oppnå myndighetenes sparemål. Et subsidiesystem vil gi en lavere sluttbrukerpris, fordi den totale energimengden øker. Vanlig energi reduseres, men produksjonen av energisparing økes relativt kraftig. Grunnen til at vanlig energi reduseres er at markedsprisen reduseres, mens ESCOers økte produksjon kommer fra den ekstra inntektskilden subsidier gir. Den lave markedsprisen gir et høyt konsumentoverskudd, mens subsidien er med på å gi et høyt produsentoverskudd. Det samfunnsøkonomiske overskuddet er det samme som med sertifikater på lave sparekav, men med økte sparekrav skiller de lag. Med et sparemål på 20 pst. er forskjellen i SØO lik 43,27. Nedgangen i samfunnsøkonomisk overskudd kan anses som et samfunnsøkonomisk tap (SØT), all den tid frikonkurransen maksimerer det samfunnsøkonomiske overskuddet i denne modellen. I tabellene i dette kapittelet er dette tapet vist ytterst til høyre, og viser nedgangen i samfunnsøkonomisk overskudd fra utgangseksempelen.

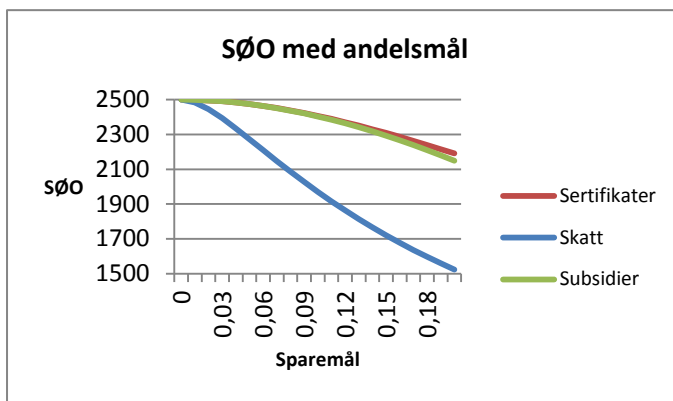
8.1.3 Oppsummering

Tabellene viser at alle tre virkemidler kan brukes til å oppnå gitte sparemål. Det er likevel viktig å se på hva som er best sett fra samfunnets ståsted. Sertifikatsystem gir de beste resultatene, tett etterfulgt av subsidier. Subsidier er det beste for konsumenter og produsenter sett fra deres ståsted. Det er likevel ikke like bra som et sertifikatsystem, fordi subsidiene må trekkes fra det samfunnsøkonomiske overskuddet. Disse subsidiene er midler som kunne blitt brukt på andre nyttige formål i økonomien. Når et sertifikatsystem uten eksterne overføringer gir et bedre resultat, uten overføringer, er det enkelt å konkludere med at et sertifikatsystem er å foretrekke.

Avgiftssystemet baserer seg på å ta midler ut fra energimarkedet og inn i andre deler av økonomien. Derfor blir statens skatteinntekter lagt til det samfunnsøkonomiske overskuddet, siden disse midlene nå kan brukes på andre nyttige formål. Likevel er avgiftssystemet det dårligste alternativet sett fra samfunnets - men også konsumentenes og produsentenes ståsted. Det må ilegges svært høye avgifter for at sparemålene skal oppnås, noe som gir lite energi til

8. Simulering av tre ulike virkemidler med tre ulike mål

høy pris, og lav profitt for produsenter av både vanlig energi og energisparing. Samfunnets overskudd med de tre virkemidlene er vist i figur 8.



Figur 8: overskudd med andelsmål

De tre virkemidlene har til felles at de kan alle brukes for å oppnå sparemålene. De har også til felles at ESCOers profitt økes fra en situasjon med frikonkurranse, og at produsentene av vanlig energi får sin profitt redusert. Alle tre virkemidler gir også et mindre samfunnsøkonomisk overskudd enn utgangseksempelet. Utviklingen i SØO med sparemål fra 0 til 20 pst. vises i figur 8, hvor det kommer frem at sertifikater kommer marginalt bedre ut enn subsidier. Dersom målet hadde vært å produsere mest mulig energisparing, ville subsidier vært å foretrekke. Det er likevel ikke målet her, og subsidiene er midler som tas fra et annet sted, som gjør at det samfunnsøkonomiske overskuddet reduseres.

8.2 Mål om bestemt mengde energisparing

8.2.1 Metode for bestemt mengde energisparing

Simulering med mål om en bestemt mengde \bar{z} er enda enklere enn ved et andelsmål. Subsidiesystem er først ut, og likevekten $100 - x = y = 8\bar{z} + 50 - \gamma$ og nyttefunksjonen $x = y + \bar{z}$ brukes for å finne et uttrykk for vanlig energi, y :

$$y = \frac{100 - \bar{z}}{2} \quad (8.3)$$

Med dette kan x , γ og $p(x)$ nå regnes ut. Utrekning av profitt og samfunnsøkonomisk overskudd er allerede beskrevet.

Ved et avgiftssystem er likevekten $100 - x = y + \tau = 8\bar{z} + 50$. Denne sammen med $x = y + \bar{z}$ gir et uttrykk for vanlig energi, y :

8. Simulering av tre ulike virkemidler med tre ulike mål

$$y = 50 - 9\bar{z}$$

Nå kan x , τ og $p(x)$ regnes ut. Også for avgiftssystemet er det allerede beskrevet hvordan profitt og overskudd for konsumenter og produsenter blir regnet ut.

Å simulere et sertifikatsystem med mål om bestemte mengder energisparing er mer utfordrende. Først må det finnes hvilke sparekrav, β , som svarer til de eksogent gitte verdiene av energisparing. Følgende likevekt er gjeldende:

$$100 - x = \left(\frac{1}{1 + \beta}\right)y + \left(\frac{\beta}{1 + \beta}\right)(8\bar{z} + 50)$$

De eksogene verdiene for \bar{z} er gitt, som settes inn for x og y i den overnevnte likevekten.

$$100 - \frac{1 + \beta}{\beta} \bar{z} = \left(\frac{1}{1 + \beta}\right)\bar{z} + \left(\frac{\beta}{1 + \beta}\right)(8\bar{z} + 50)$$

Med dette kan \bar{z} isoleres på venstre side for å få følgende uttrykk:

$$\bar{z} = \frac{50\beta^2 + 100\beta}{9\beta^2 + 2\beta + 2} \quad (8.4)$$

Denne formelen kan simuleres med de gitte \bar{z} -verdiene, og gir β -verdier som tilsvarer nivået. Med dette i boks kan resten av mengdene og prisene regnes ut.

8.2.2 Resultater med bestemt mengde energisparing

Den nødvendige metoden er nå utledet. I dette delkapittelet vil energisparing med verdiene 0, 1, 2, 3, 4 og 5 bli gjennomgått i tabellene, mens figur 9 viser resultater for verdier mellom 0 og 10. Rekkefølgen er den samme som metoden, og begynner med et subsidiesystem (tabell 12). Som i tidligere kapitler og delkapitler er utgangseksempelen en likevekt med frikonkurransen, hvor produsert energisparing er lik null. Når de eksogene \bar{z} -verdiene økes, blir vanlig energi, y , redusert noe. Energisparingen, \bar{z} , øker likevel mer, slik at den totale energimengden, x , øker. Dette gjør at sluttbrukerprisen, $p(x)$, reduseres etter hvert som målene økes. For å oppnå disse målene må myndighetene gi en subsidie til ESCOene som produserer

8. Simulering av tre ulike virkemidler med tre ulike mål

energisparing, og denne subsidien øker lineær etter hvert som \bar{z} -verdiene økes. Som i forrige delkapittel er profitten til leverandører lik null, mens produsentenes profitt reduseres i takt med mindre produksjon av vanlig energi. ESCOers profitt stiger ved økt produksjon av energisparing og høyere nivå på subsidien. Siden det tilbys mer energi til en lavere pris vil konsumentoverskuddet øke når \bar{z} -verdiene økes. Likevel blir det et samfunnsøkonomisk tap, siden produsenters profitt reduseres, kombinert med at subsidiene er midler som kunne blitt brukt til andre formål i samfunnet.

Videre kan en se på hvordan et avgiftssystem påvirker et energimarked med et bestemt mål på energisparing (tabell 13). Dersom avgifter skal brukes for å øke produksjonen av energisparing, må avgiftsnivået settes svært høyt. Avgiften settes på produksjon av vanlig energi, som gjør at deres produksjon og profitt faller drastisk. Dette gjør også at den totale energimengden reduseres, til tross for at det blir mer energisparing. Det reduserte tilbudet av energi fører til at sluttbrukerprisen øker kraftig, som igjen fører til et lavt konsumentoverskudd. ESCOers profitt øker i samme takt som ved subsidier, siden engrosprisen de tar for sitt produkt stiger som følge av avgiften. Likevel reduseres produsentoverskuddet, siden profitten til produsenter av vanlig energi synker kraftig. Dette gir et lavere samfunnsøkonomisk overskudd enn ved subsidier, til tross for at skatteinntektene føres tilbake i regnestykket.

Til slutt viser tabell 14 hvordan et sertifikatsystem påvirker energimarkedet med et bestemt mål på energisparing. Dersom man bruker et sertifikatsystem stiller man krav til leverandører av energi om å ha en andel sertifikater, samtidig som man gir en ekstrainntekt til ESCOer. Dette gjør at det produseres noe mindre vanlig energi når målet øker, noe som gjør at total energimengde holder seg noenlunde konstant. Dette gjør at sluttbrukerprisen også er relativt stabil i likevekt. Sertifikatprisene øker tilnærmet lineært etter hvert som målene økes. Kravet om sertifikater gjør at leverandørenes profitt blir negativ på enkelte \bar{z} -verdier. I praksis betyr dette at markedet ville kollapse, siden det ikke er en leverandør til å levere energi. Profitten blir likevel positiv på \bar{z} -verdiene 3, 4 og 5. Produsenters profitt reduseres, mens ESCOers profitt øker på samme måte som med subsidier og avgifter, siden de får en ekstrainntekt ved salg av sertifikater. Konsumentoverskuddet økes noe, men ikke nok til å demme opp for fallet i produsentoverskudd. Dermed reduseres det samfunnsøkonomiske overskuddet. Tapet er det samme som ved subsidier på lave \bar{z} -verdier, men øker etter hvert som det eksogene kravet om energisparing øker.

8. Simulering av tre ulike virkemidler med tre ulike mål

Tabell 12: Subsidier for bestemt mengde energisparing

\bar{z}	y	x	γ	p(x)	π_p	π_y	π_z	PO	KO	SØO**	SØT
0	50	50	0	50	1250	0	0	1250	1250	2500	0
1,0	49,50	50,50	8,50	49,50	1225,13	0	4,00	1229,13	1275,13	2495,75	4,25
2,0	49,00	51,00	17,00	49,00	1200,50	0	16,00	1216,50	1300,50	2483,00	17,00
3,0	48,50	51,50	25,50	48,50	1176,13	0	36,00	1212,13	1326,13	2461,75	38,25
4,0	48,00	52,00	34,00	48,00	1152,00	0	64,00	1216,00	1352,00	2432,00	68,00
5,0	47,50	52,50	42,50	47,50	1128,13	0	100,00	1228,13	1378,13	2393,75	106,25

** γ ; π_z blir trukket fra SØO (kunne blitt brukt på andre formål).**Tabell 13: Avgift for bestemt mengde energisparing**

\bar{z}	y	x	τ	p(x)	π_p	π_y	π_z	PO	KO	SØO*	SØT
0	50	50	0	50	1250	0	0	1250	1250	2500	0
1,0	41,00	42,00	17,00	58,00	840,50	0	4,00	844,50	882,00	2423,50	76,50
2,0	32,00	34,00	34,00	66,00	512,00	0	16,00	528,00	578,00	2194,00	306,00
3,0	23,00	26,00	51,00	74,00	264,50	0	36,00	300,50	338,00	1811,50	688,50
4,0	14,00	18,00	68,00	82,00	98,00	0	64,00	162,00	162,00	1276,00	1224,00
5,0	5,00	10,00	85,00	90,00	12,50	0	100,00	112,50	50,00	587,50	1912,50

*: τ *y blir lagt til SØO (kan brukes på andre formål).**Tabell 14: Sertifikater for bestemt mengde energisparing**

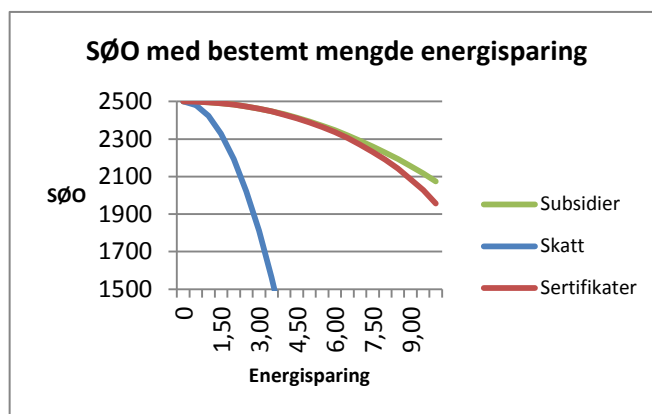
\bar{z}	y	x	s	β	p(x)	π_p	π_y	π_z	PO	KO	SØO	SØT
0	50	50	0	0	50	1250	0	0	1250	1250	2500	0
1,0	49,50	50,50	8,50	0,02	49,50	1225,37	-9,00	4,00	1220,37	1275,38	2495,75	4,25
2,0	48,78	50,78	17,22	0,04	49,22	1189,77	-12,15	16,00	1193,62	1289,33	2482,95	17,05
3,0	47,62	50,62	26,38	0,06	49,38	1133,79	10,04	36,00	1179,83	1281,14	2460,97	39,03
4,0	46,51	50,51	35,49	0,09	49,49	1081,67	8,41	64,00	1154,07	1275,71	2429,78	70,22
5,0	45,25	50,25	44,75	0,11	49,75	1023,73	2,48	100,00	1126,21	1262,47	2388,68	111,32

Kilde for alle tabeller: egne beregninger.

8.2.3 Oppsummering

Som ved andelsmål kan alle de tre virkemidlene også oppnå denne målsetningen. Ser en på hva som er best fra samfunnets ståsted, kommer subsidier best ut. Sertifikater er tilnærmet like bra, mens avgiftssystemet gir store samfunnsøkonomiske tap. Subsidiesystemet gir størst overskudd for både produsenter og konsumenter, noe som er naturlig siden systemet bygger på tilførte midler utenfra. Subsidiene kommer best ut til tross for at disse midlene blir trukket fra det samfunnsøkonomiske overskuddet.

For avgiftssystemet gir modellen akkurat samme konklusjon som ved andelsmål. Det må ilegges høye avgifter for å oppnå målene, noe som gir lite energi til høy pris, som igjen gir redusert profitt og et lavere konsumentoverskudd. De tre virkemidlene har til felles at de bestemte \bar{z} -verdiene kan oppnås. I tillegg gir virkemidlene samme profitt til ESCOer, siden de øker sin inntekt ved alle systemene. Produsenter av vanlig energi får redusert profitt med alle virkemidlene, men i noe ulik grad.



Figur 9: overskudd med bestemt mengde energisparing

De tre virkemidlene gir alle et samfunnsøkonomisk tap, dersom frikonkurranse uten energisparing ansees som det optimale. I figur 9 vises utviklingen i det samfunnsøkonomiske overskuddet, som starter på 2500 i frikonkurranse. Figuren viser at sertifikater gir det største overskuddet/minste tapet, tett etterfulgt av subsidier. Dersom sparemålene går over en \bar{z} -verdi på 5,5 blir det samfunnsøkonomiske overskuddet negativt for et avgiftssystem.

8.3 Mål om redusert mengde vanlig energi

8.3.1 Metode for redusert mengde vanlig energi

Simulering av de ulike virkemidlene, med et mål om en bestemt reduksjon i vanlig energi, gjøres med en eksogent gitt mengde vanlig energi, \bar{y} . Energisparing og totalmengden av energi (samt avgift, subsidie og sertifikatpris) blir så regnet ut. For et avgiftssystem er

8. Simulering av tre ulike virkemidler med tre ulike mål

likevekten $100 - x = \bar{y} + \tau = 8z + 50$. Nyttefunksjonen $x = \bar{y} + z$ brukes i likevekten, og gir et uttrykk for z :

$$z = \frac{50 - \bar{y}}{9} \quad (8.5)$$

Så snart vanlig energimengde og energisparing er funnet, er det enkelt å finne x , τ og $p(x)$. Profitt, produsent-, konsument- og samfunnsøkonomisk overskudd regnes ut på samme måte uavhengig av hvilket mål myndighetene setter seg.

For å simulere et subsidiesystem sier likevekten at $100 - x = \bar{y} = 8z + 50 - \gamma$. Dette gir et enkelt uttrykk for den totale energimengden, x :

$$x = 100 - \bar{y} \quad (8.6)$$

Med dette kan z , γ og $p(x)$ regnes ut. Utregning av profitt og overskudd til konsumenter, produsenter og samfunnet som helhet er allerede forklart.

Som i forrige delkapittel, er det mer avansert å simulere et sertifikatsystem med et mål om en bestemt reduksjon av vanlig energi. Det må regnes ut hvilke sparekrav (β) som svarer til de ulike nivåene av vanlig energi. Følgende likevekt er gjeldende:

$$100 - x = \left(\frac{1}{1 + \beta}\right) \bar{y} + \left(\frac{\beta}{1 + \beta}\right) (8z + 50)$$

Verdiene for \bar{y} er gitt, så x og z erstattes med uttrykk for \bar{y} , og \bar{y} settes alene på venstre side:

$$\bar{y} = \frac{50\beta + 100}{9\beta^2 + 2\beta + 2} \quad (8.7)$$

Videre kan en finne hvilke sparekrav som tilsvarer den eksogent bestemte mengden \bar{y} , samt verdier for z , x , $p(x)$, profitt og overskudd.

8.3.2 Resultater med mål om redusert mengde vanlig energi

For å se på resultatene er bestemte mengder av y på 50, 48, 46, 44, 42 og 40 tatt med i tabellene, mens figur 10 viser verdier mellom 50 og 30. I første omgang sees det på hvordan et avgiftssystem påvirker energimiksen med denne målsetningen (tabell 15). Utgangseksempelen starter også her med en mengde vanlig energi på 50. En mengde på 48 tilsvarer således en bestemt reduksjon på 2 enheter vanlig energi, osv. En reduksjon i vanlig energi krever moderate avgifter, i alle fall sammenlignet med avgiftsnivåene i de to foregående delkapitlene. Avgiften gjør at energisparing blir relativt billigere å produsere, men mengdene er beskjedne på grunn av lave avgifter. Dette gjør at totalmengden av energi, x , reduseres med nesten like mye som vanlig energi, og at prisen øker i samme takt. Dette gir et redusert konsumentoverskudd. Produsentoverskuddet synker også, siden produsentenes profitt synker med avgiften og redusert \bar{y} . Det samfunnsøkonomiske tapet blir likevel ikke mer enn 94,44, ettersom avgiftsprovenyet trekkes fra tapet/legges til overskuddet for samfunnet.

Videre sees det på hvordan subsidier kan oppnå en bestemt reduksjon i vanlig energi (tabell 16). Subsidiene blir gitt til ESCOer, noe som gjør at vanlig energi blir relativt dyrere. Dermed kan målet oppnås, men kun til svært høye subsidienivåer. Dette gir en kraftig økning i produksjonen av energisparing, som også gjør at totalmengden av energi øker, og sluttbrukerprisen reduseres. Dette gir et høyt konsumentoverskudd. Profitten til produsenter av vanlig energi reduseres i samme takt som ved avgifter, siden \bar{y} reduseres og subsidien gjør det relativt dyrere å produsere. De høye subsidiene gir store overskudd for ESCOer, som igjen gir et høyt produsentoverskudd. Det samfunnsøkonomiske overskuddet reduseres likevel kraftig, siden subsidiene må trekkes fra. Subsidiene gir et mye større tap enn ved bruk av et avgiftssystem.

Videre ser en på hvordan et sertifikatsystem påvirker energimarkedet ved mål om en redusert mengde vanlig energi (tabell 17). Denne målsetningen gir høye sertifikatpriser (som kommer av høye sparekrav). Dette gir en økning i energisparing, dog ikke like mye som ved subsidier. Reduksjonen i \bar{y} er større enn økningen i z , slik at totalmengden av energi reduseres. Dermed øker prisen, som gir et redusert konsumentoverskudd. Produsentene av vanlig energis profitt reduseres i samme takt som ved de andre virkemidlene, siden det blir relativt dyrere å produsere. ESCOers profitt øker, men ikke like mye som ved subsidier. Til sammen gir dette et redusert produsentoverskudd, og dermed et samfunnsøkonomisk tap.

8. Simulering av tre ulike virkemidler med tre ulike mål

Tabell 15: Avgift for bestemt mengde vanlig energi

\bar{y}	z	x	τ	p(x)	π_p	π_y	π_z	PO	KO	SØO*	SØT
50,00	0	50	0	50	1250	0	0	1250	1250	2500	0
48,00	0,22	48,22	3,78	51,78	1152,00	0	0,20	1152,20	1162,69	2496,22	3,78
46,00	0,44	46,44	7,56	53,56	1058,00	0	0,79	1058,79	1078,54	2484,89	15,11
44,00	0,67	44,67	11,33	55,33	968,00	0	1,78	969,78	997,56	2466,00	34,00
42,00	0,89	42,89	15,11	57,11	882,00	0	3,16	885,16	919,73	2439,56	60,44
40,00	1,11	41,11	18,89	58,89	800,00	0	4,94	804,94	845,06	2405,56	94,44

*: $\tau*y$ blir lagt til SØO (kan brukes på andre formål).**Tabell 16: Subsidier for bestemt mengde vanlig energi**

\bar{y}	z	x	γ	p(x)	π_p	π_y	π_z	PO	KO	SØO**	SØT
50,00	0	50	0	50	1250	0	0	1250	1250	2500	0
48,00	4,00	52,00	34,00	48,00	1152,00	0	64,00	1216,00	1352,00	2432,00	68,00
46,00	8,00	54,00	68,00	46,00	1058,00	0	256,00	1314,00	1458,00	2228,00	272,00
44,00	12,00	56,00	102,00	44,00	968,00	0	576,00	1544,00	1568,00	1888,00	612,00
42,00	16,00	58,00	136,00	42,00	882,00	0	1024,00	1906,00	1682,00	1412,00	1088,00
40,00	20,00	60,00	170,00	40,00	800,00	0	1600,00	2400,00	1800,00	800,00	1700,00

: $\gamma*z$ blir trukket fra SØO (kunne blitt brukt på andre formål).Tabell 17: Sertifikater for bestemt mengde vanlig energi**

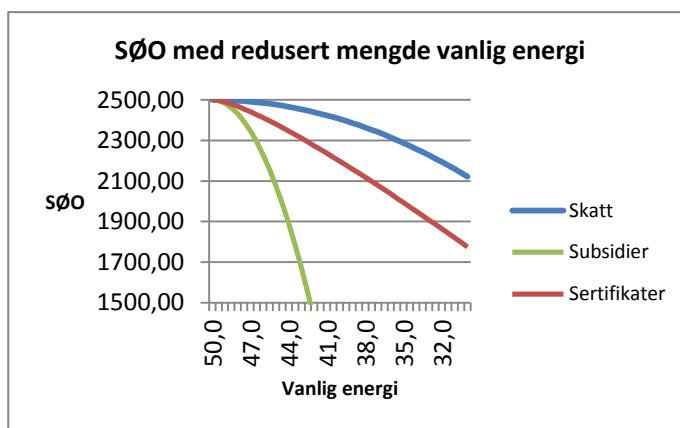
\bar{y}	z	x	s	p(x)	π_p	π_y	π_z	PO	KO	SØO	SØT
50,00	0	50	0	50	1250	0	0	1250	1250	2500	0
48,00	2,72	50,72	23,73	49,28	1152,00	0,60	29,52	1182,12	1286,10	2468,22	31,78
46,00	4,48	50,48	39,81	49,52	1058,00	-0,28	80,13	1137,85	1273,90	2411,76	88,24
44,00	5,83	49,83	52,64	50,17	968,00	0,56	135,96	1104,52	1241,51	2346,03	153,97
42,00	6,96	48,96	63,64	51,04	882,00	0,15	193,50	1075,65	1198,31	2273,95	226,05
40,00	7,90	47,90	73,23	52,10	800,00	0,62	249,89	1050,51	1147,40	2197,91	302,09

Kilde for alle tabeller: egne beregninger.

8.3.3 Oppsummering

Som i de to foregående delkapitlene; alle tre virkemidlene kan brukes til å oppnå en bestemt reduksjon i vanlig energi, \bar{y} . Fra samfunnets ståsted kommer et avgiftssystem best ut. Subsidier er best for produsenter og konsumenter, men samfunnet må bruke knappe ressurser på å gi svært høye subsidier til ESCOer for å gjøre vanlig energi relativt dyrere. Det samfunnsøkonomiske overskuddet blir negativt ved subsidier dersom målet om reduksjon i \bar{y} passerer 12, altså hvis produksjonen av vanlig energi blir mindre enn 38.

Sertifikatsystemet gir et relativt høyt overskudd ved et mål om redusert \bar{y} . Grunnen til at avgifter er bedre fra samfunnets ståsted, er at avgiftsprovenyet kan brukes på andre formål i samfunnet. Sertifikater er bedre enn avgifter for konsumenter og produsenter, isolert sett. De tre virkemidlene har til felles at produsentene av vanlig energi får



Figur 10: overskudd med redusert mengde vanlig energi

redusert profitt, og reduksjonen er lik for alle virkemidlene. Avgiften legges direkte på produsentene, mens subsidier og sertifikater gjør det relativt dyrere å produsere vanlig energi. ESCOer får økt profitt med alle tre, men i vidt ulik grad.

I frikonkurransesituasjon er det samfunnsøkonomiske overskuddet (SØO) lik 2500. Dette reduseres med alle virkemidlene, men et avgiftssystem gir den minste reduksjonen, siden provenyet blir lagt til. Subsidier gir den største reduksjonen, siden midlene til subsidier trekkes fra overskuddet. Sertifikatsystemet baserer seg ikke på eksterne overføringer, og havner således i midten.

9. Diskusjon: Gevinster ved energieffektivisering

Det finnes flere grunner til å være både kritisk og positiv til en innføring av hvite sertifikater, eller en annen form for regulering med sikte på å øke energieffektiviteten. Noen av disse grunnene ble gjennomgått i kapittel 2. Dette kapittelet skal se nærmere på argumentene til både tilhengere og kritikere av regulering for energieffektivisering. Kapittelet fortsetter med å se nærmere på det samfunnsøkonomiske overskuddet fra forrige kapittel. Samtlige virkemidler for samtlige mål innebar en reduksjon i samfunnsøkonomisk overskudd, altså et samfunnsøkonomisk tap. Kan mer energieffektivisering veie opp for dette tapet? Mot slutten av kapittelet gjøres det et tankeeksperiment: hva er en effektiv bruk av de ressursene som i dag brukes på energisparing, -effektivisering og -omlegging?

9.1 Regulering for energieffektivisering: god klimapolitikk eller mer forbruk?

I Norge er vi velsignet med mye vannkraft. Nesten alt kraftforbruk på fastlandet kommer fra fornybar kraft. Vi får noe energi fra fossile energikilder, som for eksempel oljefyr og drivstoff. Om disse ekskluderes, og en kun ser på kraftforbruket, kan det allerede nå slå fast at mindre kraftforbruk som følge av energieffektiviseringstiltak, vil ha liten effekt på Norges CO₂-utslipp. I Europa som helhet derimot, er situasjonen en ganske annen. EUs fornybardirektiv innebærer at fornybarandelen skal nå 20 pst. innen 2020. I den største økonomien, Tyskland, er andelen bare 6 pst., og i Europa som helhet er den 11 pst. (Fornybardirektivet). Energimiksen i Europa er dominert av atomkraft i Frankrike, kull i Tyskland, og gass i Storbritannia. Tyskland har bestemt seg for å avvikle all kullkraft innen 2022, blant annet for å oppnå sitt mål i EUs fornybardirektiv fra 2001 (Directive 2001/77/EC).²⁸ Den lave andelen fornybar energi gir potensiale for reduserte CO₂-utslipp gjennom mer fornybar energi og redusert energiforbruk.

En annen kilde til potensiale for CO₂-reduksjon i Europa, er energiintensiteten i industrien. I følge EIA (2005) er energiintensiteten i de fleste industrielle prosesser 50 pst. høyere enn det teoretiske minimum. Dersom dette gapet ble redusert, kunne CO₂-utslippene blitt redusert.

²⁸ The Guardian (2011): *Germany votes to end nuclear power by 2022*
<http://www.guardian.co.uk/world/2011/jun/30/germany-end-nuclear-power-2022> [Lest 4. februar 2013].

Det er også slått fast at industrien bidrar direkte eller indirekte til 37 pst. av verdens klimagassutslipp, og at utslippene fra industriens energiforbruk har økt med 65 pst. siden 1971 (Worrell et al. 2008).

Industrien i Europa har de siste tiårene blitt langt mer energieffektiv, men gapet mellom teoretisk og faktisk energiintensitet viser, i følge Worrell et al. (2008), at energieffektiviseringstiltak fortsatt vil være den mest kostnadseffektive metoden for å redusere klimagassutslippene de neste tiårene.

Potensialet for disse energieffektiviseringstiltakene er vanskelig å fastslå, til tross for gjentatte forsøk. Det er gjort forsøk med å måle potensialet på en global skala, men disse forsøkene har feilet på grunn av usikkerhet rundt teknologisk utvikling og spredning av denne, kostnader ved fremtidig teknologi, fremtidige energi- og karbonpriser, industriaktivitet i fremtiden og generell politisk usikkerhet.

Horrace Herrings artikkel «Energy Efficiency – a critical view» fra 2006, kritiserer både miljøvernere, politikere og enkelte økonomer sin ensidige tro på at økt energieffektivisering utelukkende er noe positivt. Det er nemlig en etablert sannhet blant miljøvernere at økt energieffektivisering gir et redusert energikonsum. Mange økonomer, inkludert Herring, er enige om at det motsatte kan skje.

De refererer til den allerede omtalte Rebound-effekten. Økt energieffektivisering i kraftforbruket gir lavere kraftpris, som igjen vil føre til at energikonsumet øker. Dermed vil energieffektiviseringstiltak indirekte kunne føre til at CO₂-utslippene øker, gitt at energimiksen har et høyt CO₂-innhold. Det er likevel enighet om enkelte fordeler med økt effektivisering, nemlig at det gir en mer effektiv og konkurransedyktig økonomi, samt lavere utgifter for konsumentene. De reduserte utgiftene kan brukes til investeringer i fornybare energikilder.

De siste tiårene har det vært en rekke forsøk på å redusere energiforbruket ved å gjøre industrien mer energieffektiv. Resultatene taler for seg selv - energiforbruket har historisk sett økt. Mye av besparelsene har blitt brukt på økt produksjon. Herring (2006) argumenterer også for at mesteparten av energieffektiviseringstiltakene som har kommet de siste årene, ikke

kommer av et eksplisitt ønske om å redusere forbruket. Målene har heller vært økt produktivitet, komfort og drivstoffkonkurranse.

Rebound-effekten er allerede forklart i kapittel 2, og kan vises ved bruk av empiri. Det er likevel en uenighet blant økonomer om størrelsen på den. Anslagene går fra 10 til 100 pst., og noe av årsaken til dette er at effekten er delt i en direkte, indirekte og en generell likevektseffekt. Enkelte anslag på den direkte effekten er om lag 20 pst., men det er knyttet stor usikkerhet til disse anslagene. Den direkte effekten kommer av at lavere kraftpriser gir høyere energiforbruk, den indirekte kommer av at lavere priser gir økt forbruk av andre varer, og den generelle likevektseffekten kommer av at konsumenter og produsenter tilpasser seg de reduserte prisene (og dermed en økning i disponibel inntekt). Størrelsen av to siste effektene er svært usikre, og ingen har til nå målt størrelsen på disse. Modellen i kapittel 5, 6, 7 og 8 tar kun opp den direkte effekten, og simulerer denne med en enkel etterspørselsfunksjon.

Rebound-effekten har lenge vært akseptert for andre sektorer. Herring eksemplifiserer ved at mer effektive flymaskiner har gitt billigere flybilletter, og dermed flere flyreiser. Til tross for sine argumenter for at økt energieffektivisering gir økt energiforbruk, støtter forfatteren en politikk som også legger opp til mer energieffektiviseringstiltak. Årsaken til dette er at økt energieffektivitet er positivt for konsumentene og gjør økonomien mer produktiv og konkurransedyktig. Herring vil kombinere dette med karbonskatter og incentiver for grønn energi. Dermed kan konsumentene kjøpe «pakker» med energieffektiviseringstiltak og grønn energi, hvor de økonomiske besparelsene fra økt energieffektivisering går til å kjøpe grønn strøm som er dyrere enn vanlig kraft i innkjøp.

9.2 Samfunnets overskudd ved regulering for energisparing

Dette delkapittelet ser nærmere på utfallet av de tre virkemidlene – sett fra samfunnets ståsted. De tre ulike målene vil bli gjennomgått med det virkemiddelet som ga størst samfunnsøkonomisk overskudd under simuleringen i kapittel 8. Ekstrempunktene i simuleringen vil bli gjentatt, det vil si sparekrav på 0 og 20 pst., energisparing på 0 og 5, og vanlig energi på 50 og 40. Det er grunn til igjen å påpeke at denne modellen kun opptar den direkte delen av Rebound-effekten, og ikke den indirekte eller den generelle likevektseffekten. I tillegg er verdiene ikke representative for priser og kvanta i et kraftmarked, men er regnet ut for å vise endring og størrelsesforhold ved ulike virkemidler.

Først ut er sertifikatsystemet for å oppnå et andelsmål. I dette tilfellet blir det samfunnsøkonomiske overskuddet redusert til 2192,03, som vil si et tap på 307,97. Dette er altså det minste tapet som kan oppnås, siden sertifikater er optimalt for andelsmål. Vanlig energi blir redusert med mer enn 10 enheter, og energisparing går fra 0 til nesten 8 enheter. Dermed gir dette systemet betydelige reduksjoner i CO₂-utslippene, gitt at en reduksjon i vanlig energi gir reduserte CO₂-utslipp.

Ved et subsidiesystem med mål om en bestemt størrelse energisparing, går energisparingen fra 0 til 5, og vanlig energi reduseres med 2,5. Dette vil kunne gi en viss reduksjon i CO₂-utslippene, men kommer med et samfunnsøkonomisk tap på 106,25. Tapet kommer av at samfunnet må bruke knappe ressurser på å tilføre subsidier inn i markedet. Disse midlene kunne i stedet vært brukt på andre nyttige formål i økonomien, og overføringen må dermed regnes som et samfunnsøkonomisk tap.

Målet om en bestemt reduksjon i vanlig energi blir best oppnådd ved et avgiftssystem. Et avgiftssystem med mål om en reduksjon i vanlig energi, gir i modellen en reduksjon på 10 enheter, men kun en liten økning i energisparing. Reduksjonen i vanlig energi vil kunne gjøre at dette systemet reduserer CO₂-utslippene, her med et samfunnsøkonomisk tap på 94,44. Dette er det laveste samfunnsøkonomiske tapet i modellen, men det må påpekes at målene som skal oppnås er ulike. Det er uklart om det er andelsmål, bestemt mengde energisparing eller reduksjon i vanlig energi som gir størst samfunnsnytte. I tillegg er modellen for liten til å belyse alle effektene i energimarkedet. Dermed er det upresist å gjøre en direkte sammenligning. De tre virkemidlene gir alle reduserte CO₂-utslipp, gitt at vanlig energi er «svart», altså at energimiksen har en høy CO₂-konsentrasjon.

9.3 Hvorfor energieffektivisering?

Spørsmålet i overskriften er et spørsmål økonomer har økonomer stilt seg i flere tiår. Tilhengere av offentlig inngripen for mer energieffektivisering hevder at det reduserer CO₂-utslippene. Dette argumentet har Herring med flere gjort forsøk på å tilbakevise med både teori og empiri. Et annet argument er å øke produktiviteten og konkurransekraften i økonomien. Dette argumentet er det bred enighet om, men spørsmålet er om myndighetene

skal regulere bedriftene, og dermed påføre samfunnet et potensielt tap, for å oppnå energieffektivisering.

Herring (2006) hevder at industrien har blitt mer energieffektiv de siste tiårene. Ikke for å spare energi i seg selv, men for å bli mer produktiv. Det hevdes videre at denne energieffektiviseringen bare har ført til økt energiforbruk, og økte CO₂-utslipp. Grunnen til dette er at industrien sparer utgifter på energieffektivisering, men tar dem ut ved å øke sin produksjon og dermed profitt. Dermed vil altså økonomien bli mer produktiv og konkurransedyktig med flere energieffektiviseringstiltak, men dette vil føre til økt energiforbruk og større CO₂-utslipp.

Et tredje argument for energieffektivisering er forsyningssikkerhet. Dette har vært særlig aktuelt i USA, som har vært avhengige av store mengder importert olje. Også i Europa er dette aktuelt, siden Europa er avhengige av importert gass fra Russland. Dårlige politiske forhold mellom land i Øst-Europa og Russland har aktualisert emnet de siste årene. Europa importerer over 50 pst. av sitt energiforbruk (European Union 2010), og dette tallet er forventet å stige frem mot 2020 (European Commission 2000).

Forsyningssikkerhet er et av de mest brukte argumentene for energieffektivisering. Likevel viser teori og empiri at energieffektivisering kan øke forbruket, noe som vil gjøre forsyningssikkerheten enda mer prekær. Dermed står en igjen med to virkemidler for å øke forsyningssikkerheten; produsere mer energi og/eller redusere energiforbruket. Av de systemene som er simulert i denne oppgaven, er avgifter det mest effektive virkemiddelet for å redusere forbruket av vanlig energi. Et sertifikatsystem reduserer også forbruket, men til et større samfunnsøkonomisk tap.

Forsyningssikkerhet er også et velbrukt argument for å stimulere til mer fornybar energi. Dette vil åpenbart øke forsyningssikkerheten, siden innenlands kraftproduksjon øker. Modellen i denne oppgaven inkluderer ikke grønn energi, men kun «vanlig energi», som regnes som den totale energimiksen, samt energisparing, som regnes som kutt i forbruk av vanlig energi.

9.4 Effektiv politikk for reduksjon av CO₂-utslipp

EUs kvotesystem, EU ETS, setter et tak på hvor høye CO₂-utslipp det kan være i Europa. Enkelte sektorer er utelatt, men kraftproduksjon er dekket av systemet. Dette delkapittelet presenterer et tankeeksperiment på hvor mye Norge kunne redusert CO₂-utslippene i ETS-området, gitt at midlene norske myndigheter bruker til energiomlegging ville blitt brukt til kvotekjøp. Et velfungerende ETS-system ville gitt høyere energipriser hvor CO₂-innholdet i energimiksen var høyt, og dermed indirekte bidratt til energieffektivisering på toppen av utslippskutt.

I Prop. 1 S (2012-2013) (Statsbudsjettet) står det at «For 2013 foreslår Regjeringen en bevilgning til Energifondet på 1 016 millioner kroner, hvorav 996 millioner kroner kommer fra avkastningen av Fondet for klima, fornybar energi og energiomlegging». Energifondet har som formål å sørge for energiomlegging, og administreres av Enova SF, som er et statsforetak som eies av Olje- og energidepartementet.

For å gjøre et tankeeksperiment ser en for seg at staten bruker disse 1 016 millioner kronene på kvotekjøp i ETS-markedet. Den statlig subsidierte energiomleggingen stanses, og all politikk dreies mot å redusere CO₂-utslipp i ETS-området. Staten kjøper CO₂-kvoter, men avstår fra å bruke dem. Dermed reduseres CO₂-utslippene med et tonn per kjøpte kvote.

I 2013 har prisen per ETS-kvotepriis hele tiden vært under 10 Euro. Det antas at den kan stige noe mot slutten av året, og det forutsettes derfor en gjennomsnittlig kvotepris på 10 Euro. Valutakursen så langt i 2013 tilsier dermed en kvotepris på 75 kroner (OANDA).

Dersom myndighetene hadde brukt 1 016 millioner kroner på å kjøpe CO₂-kvoter, ville norske myndigheter kunnet kjøpe 13 546 667 kvoter. Det vil si at CO₂-utslippene kunne blitt redusert med mer enn 13,5 tonn CO₂. Innenlandske utslipp i Norge i 2011 var 53,4 millioner tonn CO₂ (SSB). CO₂-kvoter tilsvarende overføringene til Energifondet ville dermed tilsvart om lag en fjerdedel av Norges utslipp.

ETS-systemet er en effektiv måte å redusere CO₂-utslipp på. Dersom myndighetene kjøpte kvoter for så ikke å bruke dem, ville de kjøpt kvoter som noen andre ville brukt til å slippe ut CO₂. Det kunne også bidratt til å øke kvoteprisen i markedet, noe som ville gitt bedriftene

incentiver til selv å begynne med energiomlegging. ETS-systemet er ikke perfekt, men gir de utslippsreduksjoner systemet er satt til å gi. Det har mange av de samme mekanismene som hvite sertifikater for energieffektivisering. Forskjellen er at CO₂-kvotene gir utslippskutt, mens effektene av energieffektivisering er høyst usikre.

Et velfungerende kraftmarked (som alle andre markeder) forutsetter at aktørene har informasjon om gevinster og kostnader ved ulike handlinger. Det er grunn til å tro at det i dag eksisterer for lite informasjon om sparing og effektivisering for sluttbrukerne i kraftmarkedet. Offentlig regulering og subsidier for energieffektivisering har blitt ettertrykkelig kritisert i denne oppgaven, men det er ingen tvil om at sparing og effektivisering gir positive effekter for strømkundene. Lavere strømrregning, økt komfort og produktivitet kan nevnes.

Det er derfor grunn til å spørre om informasjon om sparing og effektivisering for strømkundene kunne vært Enovas hovedoppgave (informasjon er en deloppgave i dag). Mye tyder på at energiomleggingen, som i dag er deres hovedoppgave, er en lite effektiv bruk av samfunnets ressurser på makronivå. Effektene oppstår på mikronivå for hver enkelt konsument, noe Enova kunne stimulert til gjennom å gi informasjon om gevinster.

Det er nærliggende å tro at sluttbrukerne har for lite informasjon om disse gevinstene. Informasjonsbarrieren kan sette en stopper for sparing og effektivisering som ville vært en fordel for konsumentene. Dette synet støttes av Howarth & Andersson (1993). Denne barrieren kunne Enova bidratt til å bryte ned, slik at gevinstene ble realisert på mikronivå. Energiomleggingen som Enova gjør på makronivå bør først og fremst skje der den er mest effektiv. I dag er det mest effektivt i andre land enn Norge, på grunn av vår grønne energimiks. Norge bidrar allerede til denne omleggingen gjennom vår deltakelse i ETS-systemet, og kunne bidratt enda mer via oppkjøp av kvoter for så å ikke bruke dem.

10. Konklusjon

I denne oppgaven har følgende problemstilling blitt undersøkt: Hvorfor skal myndighetene sørge for mer energieffektivisering, og hvordan vil hvite sertifikater påvirke energimiksen?

Det er umulig å gi et sikkert svar på disse spørsmålene, men denne oppgaven har i det minste kastet et kritisk lys over myndighetene i EU og Norge sin iver for å sørge for mer energieffektivisering. Ved første øyekast kan det se ut som energieffektivisering er et udelte godt.

Tilhengerne peker på reduserte klimagassutslipp, lavere strømrregning, økt forsyningssikkerhet og en mer produktiv og dermed konkurransedyktig økonomi. Alle disse effektene er ønskelig fra samfunnets og konsumentenes side. Spørsmålet er om de vil bli oppnådd ved offentlig inngripen med sikte på økt energieffektivisering.

Dersom det antas at energieffektivisering faktisk reduserer kraftforbruket vil disse effektene muligens bli oppnådd. For Norges del vil ikke lavere kraftforbruk redusere klimagassutslippene nevneverdig, siden mesteparten av vår elektrisitet kommer fra fornybare energikilder.

Redusert kraftkonsum vil likevel kunne gi en lavere strømrregning, men dette forutsetter også at overskuddskapasiteten til kraftprodusentene økes. Kraftprisen er som de fleste andre priser bestemt av tilbud og etterspørsel, og redusert kraftkonsum sier kun noe om etterspørselen.

Forsyningssikkerheten i Norge er god, og mye tyder på overskuddskapasitet frem mot 2020 (Olje- og energidepartementet 2012). Forsyningssikkerhet må ikke forveksles med overføringskapasitet internt i Norge. Denne er presset flere steder i landet. Tilgang på energi er en større utfordring i resten av Europa, hvor importavhengigheten er stor (European Union 2010).

En mer energieffektiv økonomi er uten tvil en mer produktiv økonomi. Dersom industriensektoren i Europa klarer å redusere sitt energikonsum, og samtidig opprettholde kvantitet og kvalitet i produksjon, vil den få et konkurransefortrinn. Dette er ikke gjennomgått i detalj i denne oppgaven, men ekspertintervjuer fra blant annet Frankrike, tyder på at tiltak

for energieffektivisering gjennomføres av industrien uavhengig av regulering, på grunn av de store gevinstene ved en mer effektiv produksjon (Steuwer 2013).

De overnevnte konklusjonene hviler på antakelsen om at økt energieffektivisering faktisk fører til mindre energikonsum. Her er det viktig å skille mellom energisparing og – effektivisering. Sparing reduserer konsumet, men også kvaliteten på en tjeneste. Å sette ned temperaturen fra 22 til 20 grader Celsius er et vanlig eksempel. Effektivisering reduserer konsumet uten å senke kvaliteten. For å bruke samme eksempel vil det si innstilling av en ny varmeovn, som kan gi de samme 22 grader Celsius, men som bruker mindre strøm.

«Rebound»-effekten hevder at energieffektivisering fører til *økt* energiforbruk. Tiltakene reduserer konsumet på mikronivå, men på makronivå blir den sparte energien brukt til å øke produksjon og/eller komfort. De siste tiår har både husholdninger og industri blitt mer energieffektive, men det meste av sparingen har gått til nettopp å øke komfort eller produksjon.

Herring (1999) argumenterer for at tiltakene for økt energieffektivisering vi har sett de siste årene, ikke har hatt et eksplisitt mål om å redusere energiforbruket. Tiltakene kommer heller som følge av et ønske om økt produktivitet, drivstoffkonkurranse og økt komfort. Herring stiller spørsmålet om to ellers like økonomier, hvor en har mer energieffektiviseringstiltak, vil utvikle seg ulikt på sikt. Vil den med høy grad av energieffektivisering ha et større eller lavere energiforbruk over tid? Her er det umulig å gi et konkluderende svar, men spørsmålet er relevant i seg selv.

Forpliktelser til aktører i energimarkedet har ofte vært svaret på ønsket om mer energieffektivisering. Distributører eller leverandører av energi får et krav om å spare en mengde energi, og i Frankrike og Italia har de fått muligheten til å omsette forpliktelser og sparing gjennom hvite sertifikater.

Sparekravene har tjent sine mål i Storbritannia, Frankrike og Italia. Distributører og leverandører har spart strøm, enten gjennom egne tiltak, tiltak hos kundene eller ved kjøp av sertifikater. Det er likevel lite som tyder på at energikonsumet reduseres nevneverdig i Europa som helhet, sett bort fra nedgangen som følge av den økonomiske krisen (Eurostat).

Ved hvite sertifikater får de forpliktete partene sparekrav fra myndighetene. Den enkle modellen i denne oppgaven viser at sertifikatene fungerer optimalt dersom sparekravene blir uttrykt som en andel av deres produserte/solgte energi. For å oppnå et andelsmål vil sertifikater minimere det samfunnsøkonomiske tapet.

Dersom myndighetene ilegger absolutte sparekrav, altså i form av å redusere produsert/solgt energi, vil et avgiftssystem minimere det samfunnsøkonomiske tapet. Dersom målet er å «produsere» en bestemt mengde energisparing, vil subsidier være optimalt sett fra samfunnets ståsted.

Sparekravene i Storbritannia, Frankrike og Italia blir uttrykt i henholdsvis MtCO₂, Mtoe og TWh. Dette kan betraktes som et mål om å redusere produksjon/salg av vanlig energi, som vil si at et avgiftssystem ville vært optimalt, gitt antakelsene modell i kapittel 5-8. EU har et mål om å redusere energikonsumet med 20 pst. innen 2020, sammenlignet med konsumet i et BAU-scenario. Dette tilsvarer en reduksjon fra 1 842 Mtoe til 1 474 Mtoe, altså en reduksjon på 368 Mtoe. Også i dette tilfellet vil et avgiftssystem minimere det samfunnsøkonomiske tapet, siden dette er et mål om en absolutt reduksjon. Provenyet fra avgiftene kan brukes på andre nyttige formål i økonomien, som for eksempel investeringer i fornybar energi.

Om det antas at «Rebound»-effekten er reell, og 100 pst. med direkte, indirekte og generelle likevektseffekter, vil ikke energieffektivisering føre til redusert energikonsum. Følgelig vil ikke utslippene av klimagasser reduseres like mye som CO₂-innholdet i effektiviseringstiltaket. Reduserte CO₂-utslipp har vært et av hovedargumentene for å innføre hvite sertifikater, mens flere økonomer peker på at det motsatte vil skje.

Hva er så en effektiv politikk for å redusere CO₂-utslippene? EUs CO₂-kvotesystem EU ETS er definitivt en stor del av svaret. Klimaendringene er et globalt problem, og trenger globale løsninger. ETS er en europeisk mellomløsning på en verdensomspennende utfordring.

Kvotesystemet setter et tak på utslipp fra store deler av Europa. Kvoter lik antallet CO₂-tonn som kan slippes ut blir utstedt, og for å slippe ut et tonn må en ha en kvote. Dermed blir ikke utslippene fra de omfattede sektorer høyere enn kvotetaket tilsier. Dette taket skal strammes inn frem mot 2020. For tiden er kvoteprisen svært lav på grunn av den økonomiske krisen i Europa, men prisen er forventet å øke frem mot 2020.

På samme måte som med hvite sertifikater, vil ETS kunne føre til en kostnadsminimering av måloppnåelse. Det vil si at et kvotesystem vil gi lik grensekostnad for tiltakene, og at de billigste tiltakene blir utført først. ETS setter kun et tak på CO₂-utslipp, og sier ikke noe om energikonsum eller energimiks. Systemet er langt fra perfekt, men vil levere de utslippsreduksjonene som taket innebærer. Mye tyder på at dersom målet er å redusere CO₂-utslippene, bør politikken dreies bort fra energieffektivisering, og inn mot et enda bedre ETS som dekker en større andel av utslippene.

I 2012 ble Norge med i et fellesmarked for grønne sertifikater med Sverige. Systemet skal gi incentiver til økt investering i fornybar energi, gjennom en premie til produsentene som betales av forbrukerne. I følge Amundsen & Bye (2012), vil dette gi økt tilbud og dermed lavere kraftpriser i Norge og Sverige. Dette gir færre incentiver til energisparing.

Norge har allerede sluttet seg til det grønne sertifikatsystemet, til tross for advarsler fra flere hold (NRK Brennpunkt, 25.09.12). Systemet skal gi mer fornybar energi, men i Norge kommer nesten all kraft fra fornybare energikilder. Deler av overskuddskapasiteten som vil oppstå vil kunne eksporteres til utlandet. Dermed subsidierer Norge grønn kraftutbygging i Europa.

Dersom Norge innfører hvite sertifikater, vil det være tre sertifikatmarkeder som påvirker energimarkedet. ETS skal redusere CO₂-utslippene, de grønne sertifikatene skal gi mer fornybar energi og de hvite sertifikatene skal gi redusert energikonsum. Formålet med ETS-systemet er klart og akseptert som et viktig politisk mål. Med hva er formålet med grønne og hvite sertifikater?

Grønne og hvite sertifikater fører til mindre forurensende kraft, men i liten grad i Norge. I tillegg viser simuleringer at grønne og hvite sertifikater kan motvirke hverandre (Amundsen & Bye 2012). Som Tinbergen (1952) predikerte, vil det skape utfordringer å bruke flere virkemidler når hovedmålet i bunn er det samme (reduserte CO₂-utslipp). De grønne sertifikatene vil øke energiproduksjonen, mens de hvite søker å redusere forbruket. Dersom hovedmålet er å redusere CO₂-utslippene, er det mye som tyder på at ETS-systemet gjør dette best alene.

Referanser

AEEG (2002): Deliberation n. 42/02. *The Italian AEEG* (Electricity and Gas Authority - Autorita` per l'Energia Elettrica e il Gas). Milan. Tilgjengelig fra <www.autorita.energia.it> [Lest 16. januar 2013].

AEEG (2008): Primo rapporto annuale sul meccanismo dei titoli di efficienza energetica. *The Italian AEEG*. Milan.

Amundsen, E.S. & Bye, T. (2012): Grønne og hvite sertifikater iblandet sort. *Økonomiske analyser* 3/2012, Statistisk sentralbyrå, s. 46-53.

Amundsen, E.S. & Mortensen, J.B. (2012): Valg af virkemidler i energi- og klimapolitikken. I: Peder Andersen, Ingrid Henriksen, Jørn Henrik Petersen & Henrik Zobbe, red. *Hvordan ser verden ud?* København: Jurist- og Økonomiforbundets Forlag, s. 100-107.

Bellona & Norsk Teknologi (2010): Hvite sertifikater og energispareforpliktelser. *Rapport fra Bellona og Norsk Teknologi*. Tilgjengelig fra <http://bellona.no/filearchive/fil_1002rapport_hvite_sertifikater.pdf> [Lest 26. november 2012].

Bertoldi, P., Rezessy, S., & Vine, E. (2006): Energy service companies in European countries: Current status and a strategy to foster their development. *Energy Policy* 34 (2006), s. 1818–1832.

Bertoldi, P., Boza-Kiss, B., & Rezessy, S. (2007): Latest Development of Energy Service Companies across Europe (A European ESCO Update). *JRC Scientific and Technical Reports*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

Bertoldi, P. & Rezessy, S. (2008): Tradable white certificate schemes: fundamental concepts. *Energy Efficiency*, 2008 (1), s. 237–255.

Bertoldi, P., Rezessy, S., Lees, E., Baudry, P., Jeandel, A., & Labanca, N. (2010): Energy supplier obligations and white certificate schemes: Comparative analysis of experiences in the European Union. *Energy Policy* 38 (2010), s. 1455–1469.

Coase, R. (1960): The problem of social cost. *Journal of Law and Economics* 3, s. 1–44.

Dales, J.H. (1968): Land, water and ownership. *Canadian Journal of Economics* 4, s. 791–804.

DGEC (2009): Lettre d'information certificats d'économies d'énergie, juillet. *The French DGEC* (Energy and Climate Authority - Direction Générale de l'Énergie et du Climat). Paris.

ECEEE (2006): The Energy End-Use Efficiency and Energy Services Directive. *ECEEE Policy brief*. The European Council for an Energy Efficient Economy, 2006.

EIA (2005): *Annual Energy Outlook 2005: With projections to 2025*. Washington, D.C: Energy Information Administration.

- Ellerman, A. et al. (2010): *Pricing Carbon*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Eto, J., Vine, E., Shown, L., Sonnenblick, R., & Payne, C. (1996): The total cost and measured performance of utility-sponsored energy efficiency programs. *The Energy Journal*, 17(1), s. 31–51.
- Euro WhiteCert Project (2007): Assessing the overall market potential of Tradable White Certificates in EU member countries. *Euro WhiteCert Project, Work package 4.4 Task Report*.
- European Commission (2000): Towards a European strategy for the security of energy supply. *Green Paper*, COM (2000) 769 final.
- European Commission (2004): *Third benchmarking report on the implementation of the internal electricity and gas market*. DG TREN DRAFT WORKING PAPER, 2004. Tilgjengelig fra http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/interpretative_notes/doc/benchmarking_reports/2003_report_benchmarking.pdf [Lest 11. april 2013].
- European Commission (2007): Energy Sector Inquiry. *DG Competition Report*. European Commission, Brussels. Tilgjengelig fra http://ec.europa.eu/competition/sectors/energy/inquiry/full_report_part1.pdf [Lest 11. april 2013].
- European Commission (2012): Energy Efficiency Status Report 2012. Electricity Consumption and Efficiency Trends in the EU-27. *JRC Scientific and Policy Reports*. Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2012.
- European Union (1996): *Common rules for the internal market in electricity*. Directive 96/92/EC of the European Parliament and of the Council, 1996. Tilgjengelig fra <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1997:027:0020:0029:EN:PDF> [Lest 11. april 2013].
- European Union (2001): *The promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market*. Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council, 2001. Tilgjengelig fra <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2001:283:0033:0040:EN:PDF> [Lest 11. april 2013].
- European Union (2003): *Common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 96/92/EC*. Directive 2003/54/EC of the European Parliament and of the Council, 2003. Tilgjengelig fra <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:176:0037:0037:EN:PDF> [Lest 11. april 2013].
- European Union (2006): *Energy end-use efficiency and energy services and repealing Council Directive 93/76/EEC*. Directive 2006/32/EC of the European Parliament and of the Council, 2006. Tilgjengelig fra [http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:114:0018:0018:EN:PDF)

- lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:114:0064:0064:en:pdf> [Lest 30. november 2012].
- European Union (2009): *European Union climate and energy package*. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council, 2009. Tilgjengelig fra <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:EN:PDF>> [Lest 11. april 2013].
- European Union (2010): Europe's energy position: markets and supply. *Market Observatory for Energy, Report 2010*. Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2010, s. 22.
- European Union (2012): *Energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC*. Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council, 2012. Tilgjengelig fra <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:315:0001:0056:EN:PDF>> [Lest 11. april 2013].
- Eyre, N., Pavan, M., & Bodineau, L. (2009): Energy company obligations to save energy in Italy, the UK and France: What have we learnt? *ECEEE summer study* (s. 429–439).
- Forbes (2009): *The Global 2000*. Tilgjengelig fra <http://www.forbes.com/lists/2009/18/global-09_The-Global-2000_IndName_19.html> [Lest 15. April 2013].
- Giraudet, L., Bodineau, L., & Finon, D. (2011): The costs and benefits of white certificates schemes. *Energy Efficiency* (2012) 5, s. 179–199.
- Grattieri, W. (2007): *Market Mechanisms for Energy Efficiency: White Certificates in Italy*. [Powerpoint-presentasjon]. TAIEX Workshop. Tilgjengelig fra <<http://www.eie.gov.tr/verimlilik/document/WalterGrattieri.pdf>> [Lest 18. januar 2013].
- Gellings, C. (1985): The Concept of Demand-Side Management for Electric Utilities. *Proceedings of the IEEE*, VOL. 73, NO. 10, October 1985.
- Herring, H. (2006): Energy efficiency—a critical view. *Energy* 31 (2006), s. 10–20.
- Howarth, R.B. & Andersson, B. (1993): Market barriers to energy efficiency. *Energy Economics*, oktober 1993, s. 262-272.
- Hull, D., Gallachóir, B. & Walker, N. (2009): Development of a modeling framework in response to new European energy-efficiency regulatory obligations: The Irish experience. *Energy Policy* 37 (2009), s. 5363–5375.
- Ibenholt, K. & Fiksen, K. (2011): Energieffektivisering i eksisterende bygg. *Vista Analyse AS Rapport 2011/31*.
- Joskow, P.L. & Marron D.B. (1992): What does a negawatt really cost? Evidence from utility conservation programs. *The Energy Journal*, 13(4), s. 41–74.

- Karapinar, B. (2012): *Market Concentration in the European Energy Sector*. [Powerpoint-presentasjon]. NCCR Trade WP5. Tilgjengelig fra www.wti.org/fileadmin/user_upload/nccr-trade.ch/wp5/5.9b/Market%20Concentration%20in%20the%20European%20Energy%20Sector_01.pptx [Lest 7. november 2012].
- Kennedy, D. (2009): Meeting Carbon Budgets – the need for a step change. *Rapport til Europaparlamentets klimakomiteé* 12. oktober 2009, s. 68.
- Langniss, O. & Klink, J. (2006): White certificate schemes and (national) green certificate schemes. *EuroWhiteCert Project, Work Package 3.2 Task Report*.
- Langniss, O. & Praetorius, B. (2006): How much market do market-based instruments create? An analysis for the case of “white” certificates. *Energy Policy* 34 (2006), s. 200–211.
- Laughran, D.S. & Kulick, J. (2004): Demand-side management and energy efficiency in the United States. *The Energy Journal*, 25(1), s. 19–43.
- Lavenergiutvalget (2009): *Energieffektivisering*. Avgitt til Olje- og energidepartementet 25. juni 2009.
- Lees, E. (2005): Evaluation of the energy efficiency commitment 2002–05. *Rapport til DEFRA*.
- Lees, E. (2007): European Experience of White Certificates. *ADEME project on energy efficiency policies*. World Energy Council.
- Lees, E. (2008): Evaluation of the energy efficiency commitment 2005–08. *Rapport til DECC*.
- Marino, A., Bertoldi, P., & Rezessy, S. (2010): Energy Service Companies Market in Europe. *Status Report 2010*. Luxembourg, Publications Office of the European Union.
- Motta, M. (2004): *Competition Policy*. New York: Cambridge University Press.
- Mundaca, L. (2006): *A European Market for Energy Efficiency? Implications of an EU-wide Tradeable ‘White Certificate’ scheme*. Working paper, International Institute for Industrial Environmental Economics. Lund University, Sweden.
- Mundaca, L. (2007): Transaction costs of Tradable White Certificate schemes: The Energy Efficiency Commitment as case study. *Energy Policy* 35 (2007), s. 4340–4354.
- Mundaca, L. (2008): Markets for energy efficiency: Exploring the implications of an EU-wide ‘Tradable White Certificate’ scheme. *Energy Economics* 30 (2008), s. 3016–3043.
- Mundaca, L. & Neij, L. (2009): A multi-criteria evaluation framework for tradable white certificate schemes. *Energy Policy*, 37(11), s. 4457–4573.
- Olje- og energidepartementet (2012): Energiutredningen – verdiskaping, forsyningssikkerhet og miljø. *NOU 2012:9*. Oslo.

- NRK Brennpunkt (2012): *Et slag i luften?* [TV-program]. NRK1, 25.09.2012. Tilgjengelig fra <<http://tv.nrk.no/serie/brennpunkt/mdup11000912/25-09-2012>> [Sett 25. september 2012].
- Olje- og energidepartementet (2008): Energi og vannressurser i Norge. *Faktahefte 2008*, Olje- og energidepartementet. Tilgjengelig fra <www.regjeringen.no/nb/dep/oed/dok/veiledninger_brosjyrer/2008/fakta-2008-om-energi-og-vannressurser-i-.html?id=536186> [Lest 10. desember 2012].
- Pavan, M. (2002): What's up in Italy? Market liberalization, tariff regulation and incentives to promote energy efficiency in end-use sectors. *Artikkel presentert på ACEEE-konferanse, 2002*. Tilgjengelig fra <<http://www.ieadsm.org/Files/Exco%20File%20Library/Country%20Publications/EEPolicies/Italy-ACEEEdpaper.pdf>> [Lest 18. januar 2013].
- Pavan, M. (2008): Tradable energy efficiency certificates: The Italian experience. *Energy Efficiency*, 1(4), s. 257–266.
- Pavan, M. (2011): Tradable white certificates: experiences and perspectives. *Energy Efficiency* (2012) 5, s. 83–85.
- Pollitt, M. (2009): *Electricity Liberalisation in the European Union: A Progress Report*. Cambridge Working Paper in Economics, 2009.
- Purchas, G. (2009): UK energy supplier obligation. *Presentasjon på Kommisjonens workshop om hvite sertifikater og leverandørforpliktelser*, Brussel, 2009.
- Rader, N. & Norgaard, R. (1996): Efficiency and sustainability in restructured electricity markets: the renewables portfolio standard. *The Electricity Journal* 9 (6), s. 37–49.
- Russolillo, D. (2008): The white certificates system in Italy: results and perspectives. *Presentasjon på Energy Delta Convention, Groningen, 2008*.
- Saunders, H. (1992): The Khazzoom-Brookes postulate and neoclassical growth. *The Energy Journal* 4 (1992), s. 131-148.
- Scott A. (1973): *Natural resources: the economics of conservation*. Toronto: McClelland & Stewart, 1973.
- da Silva, P.P. & Soares, I. (2008): EU spot prices and industry structure: assessing electricity market integration. *International Journal of Energy Sector Management* (2.3), s. 340-350.
- St. meld nr. 21 (2011-2012): *Norsk klimapolitikk*. Miljøverndepartementet. Tilgjengelig fra <<http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/dok/regpubl/stmeld/2011-2012/meld-st-21-2011-2012.html?id=679374>> [Lest 12. desember 2012].
- Steuwer, D.S. (2013): *Energy Efficiency Governance: The Case of White Certificate Instruments for Energy Efficiency in Europe*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Teknisk Ukeblad (2012): *Vil gi deg penger for å energieffektivisere*. Tilgjengelig fra <<http://www.tu.no/energi/2012/03/02/vil-gi-deg-penger-for-a-energieffektivisere>> [Lest 13. november 2012].

Thomas, S. (2009): Measuring and reporting energy savings for the European Services Directive—how it can be done. *Resultater og anbefalinger fra EMEEES-prosjektet*. Wuppertal Institute på vegne av EMEEES-sammenslutningen.

Tinbergen, J. (1952): *On the theory of economic policy*. Second edition. Amsterdam: North Holland.

UK Government (2011): *Carbon price floor consultation: the Government response*. HM Treasury. Tilgjengelig fra <http://www.hm-treasury.gov.uk/d/carbon_price_floor_consultation_govt_response.pdf> [Lest 10. april 2013].

Wackernagel M. & Rees W. (1997): *Our ecological footprint: reducing human impact on the earth*. Gabriola Island, BC, Canada: New Society Publishers; 1997.

World Energy Council (2010): *Roadmap towards a Competitive European Energy Market*. Tilgjengelig fra <<http://www.worldenergy.org/documents/roadmap2.pdf>> [Lest 17. april 2013].

Worrell, E., Bernstein, L., Roy, J., Price, L., & Harnisch, J. (2008): Industrial energy efficiency and climate change mitigation. *Energy Efficiency* (2009) 2, s. 109–123.

Yu, W. & Pollitt, M (2009): *Does Liberalisation cause more electricity blackouts? Evidence from a global study of newspaper reports*. Cambridge Working Paper in Economics, 2009.

Internett:

Renewable Energy Institute: <http://cogeneration.net/>

Energifakta: <http://www.energifakta.no>

Eurostat: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>

Nord Pool Spot: <http://www.nordpoolspot.com/>

Oanda: <http://www.oanda.com/currency/historical-rates/>

Statistisk sentralbyrå: www.ssb.no

EWEA: <http://www.ewea.org/>

World Energy Council: <http://www.worldenergy.org>