

NORSK KRAFTTILBUD AV FORNYBAR OG  
KARBONNØYTRAL ENERGI, MED EUROPAS  
CO<sub>2</sub>-KVOTE- OG SERTIFIKATMARKED SOM  
VIRKEMIDLER

---

MASTERUTREDNING I FINANSIELL ØKONOMI  
VED NORGES HANDELSHØYSKOLE  
BERGEN, HØST 2008

Veileder Rögnvaldur HANNESSON

Utredning skrevet av

Per Martin STORVIK

Simon Andreas HAUGEN

---

Dette selvstendige arbeidet er gjennomført som ledd i masterstudiet i økonomi- og administrasjon ved Norges Handelshøyskole og godkjent som sådan. Godkjenningen innebærer ikke at Høyskolen inntår for de metoder som er anvendt, de resultater som er fremkommet eller de konklusjoner som er trukket i arbeidet.

## Forord

Utredningen tar for seg strømkonsumenters villighet til å betale mer den miljømessige merverdien knyttet til elektrisitet, for eksempel gitt ved at den er fornybar eller karbonnøytral. Sertifikater og opprinnelsesgarantier som RECS, GoO RES-E og EECS Disclosure Sertifikater gjør det mulig for strømleverandører å tilby slike kraftavtaler. Ved at konsumenter er villig til å betale mer for eksempelvis kraftavtaler som tilbyr fornybar energi, blir produsenter av fornybar energi premierte, og således stimuleres utbyggingen av fornybare kraftverk. Foruten kraftavtaler som baseres på opprinnelsesgarantier, utforsker denne oppgaven et nytt mulig produkt. Et alternativ for en strømleverandør vil være å handle CO<sub>2</sub>-kvoter tilsvarende CO<sub>2</sub>-utslippet knyttet til levert strøm. I oppgaven beregnes det CO<sub>2</sub>-utslipp som er tilknyttet elektrisiteten konsumert i Norge. Basert på de ulike alternativene er det beregnet prosentsetninger som viser konsumentenes nødvendige merbetalingsvilje for at de ulike produktene skal være lønnsomme. Videre vil en kraftleverandør kunne finne sin egen optimale tilpasning, avhengig av mengden levert strøm og fremtidige kvote- og sertifikatpriser.

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Executive Summary</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Prosjektdefinisjon</b> .....	<b>11</b>
2.1	Målsetning.....	11
2.2	Terminologi .....	12
2.3	Accenture Climate Change Study 2007 .....	13
2.4	Samarbeidspartnere.....	15
<b>3</b>	<b>Innføring i elektrisitetsmarkedet</b> .....	<b>16</b>
3.1	Hvordan redusere klimautslipp? .....	16
3.2	Elektrisitet og strømmettet .....	16
3.3	Fornybarhetsdirektivet.....	17
3.4	Opprinnelsesinformasjon .....	17
3.5	Varedeklarasjon.....	19
3.5.1	Varedeklarasjon fra kraftleverandør .....	19
3.5.2	Nasjonal varedeklarasjon ved årets slutt .....	20
3.6	EBLs bransjestandard og krav til markedsføring og kommunikasjon .....	20
3.7	Faktorer bak kraftprisen.....	21
<b>4</b>	<b>CO<sub>2</sub>-kvoter</b> .....	<b>23</b>
4.1	Virkemidler for å redusere klimautslipp.....	24
4.2	Overførbare utslippskvoter .....	26
4.3	Kyoto-protokollen .....	27
4.4	CO <sub>2</sub> -ekvivalenter.....	28
4.5	Handel med CO <sub>2</sub> -kvoter.....	29
4.6	Fordeling av kvoter.....	30
4.7	Prising av kvoter .....	30
4.8	Norges klimapolitikk:.....	31
4.9	Påvirker CO <sub>2</sub> -kvotepriksen kraftprisen? Og i så fall hvordan? .....	31
<b>5</b>	<b>Virkemidler for å stimulere kraftproduksjon</b> .....	<b>33</b>
5.1	Politiske virkemidler .....	33
5.1.1	Subsidier .....	33
5.1.2	Feed-in tariffer .....	34
5.2	Frivillige sertifikater .....	34
5.3	Pliktige EI-sertifikater .....	36

5.4	Opprinnelsesgarantier og strømmarkedet.....	36
5.5	Verdikjede .....	42
5.6	Norges sertifikatbeholdning.....	42
5.7	Europeisk sertifikathandel.....	43
<b>6</b>	<b>Holdning til kjernekraft.....</b>	<b>45</b>
6.1	Karbonsøytrale kraftleveranser .....	47
<b>7</b>	<b>Modell.....</b>	<b>48</b>
7.1	Scenarioer.....	48
7.1.1	Scenario 1 – Opprinnelsesgarantert fornybar energi.....	48
7.1.2	Scenario 2 – Opprinnelsesgarantert karbonsøytral energi.....	48
7.1.3	Scenario 3 – Karbonsøytraliserings ved hjelp av karbonkvoter .....	48
7.2	Beregninger .....	49
7.2.1	RECS/GoO RES-E (Scenario 1).....	49
7.2.2	EECS Disclosure Sertifikater (Scenario 2) .....	50
7.2.3	Kvoter (Scenario 3).....	50
7.3	Resultater .....	56
<b>8</b>	<b>Fremtidsutsikter.....</b>	<b>59</b>
8.1	Kvotepriiser .....	59
8.2	Sertifikatpriser .....	60
<b>9</b>	<b>Konklusjon .....</b>	<b>62</b>
9.1	Oppfatninger rundt klimaendringer i Norge.....	62
9.2	Hvor viktig er det at strømleverandøren tar hensyn til klimaet?.....	63
9.3	Strømleverandørenes troverdighet.....	65
9.4	Finnes det marked for opprinnelsesgaranterte strømvtaler?.....	66
9.5	Hva sier Accenture Climate Change Study 2007 om merbetalingsvilje? .....	67
9.6	Tiltak og vurderinger .....	68
<b>10</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>73</b>
10.1	Telefon- og e-postkorrespondanse: .....	73
10.2	Avisartikler:.....	73
10.3	Internettider: .....	73
10.4	Boklitteratur: .....	78
<b>11</b>	<b>Appendiks.....</b>	<b>80</b>
11.1	Innføring i elektrisitetsmarkedet.....	80
11.1.1	Energisparing.....	80

11.1.2	Gasskraftverk i Norge .....	81
11.1.3	CO2-fangst .....	82
11.2	Modell – Karbonnøytralisering ved hjelp av kvoter .....	83
11.2.1	Russland.....	83
11.2.2	Danmark .....	83
11.2.3	Sverige .....	84
11.2.4	Finland .....	86
11.2.5	Usikkerhet .....	87
11.2.6	Utslipp forbundet med ulike typer kraftverk .....	89
11.2.7	Resultater - Karbonnøytralisering ved hjelp av kvoter.....	92
11.2.8	Inndata .....	93
11.3	Torv.....	95
11.4	Accenture Climate Change Study – Gjennomsnittsverdier .....	96

## Illustrasjonsfortegnelse

Figur 1 - Adskilte markeder for fysisk strøm og miljøgevinst	18
Figur 2 - Varedeklarasjonen for elektrisitet i 2007	20
Figur 3 - Tilbud og etterspørsel i et stilisert kraftmarked	22
Figur 4 - Bedrifters tilpassning	24
Figur 5 - Effisient utslippsreduksjon	27
Figur 6 - EUA-kvotepriis og Nordpools spot strømpris i 2008	32
Figur 7 - Tilbud og etterspørsel av kraft i en lukket økonomi	37
Figur 8 - Norge som kvantumstilpasser og pristaker	39
Figur 9 - Kapitalallokering til norske kraftprodusenter	40
Figur 10 - Endring i norsk krafttilbud	41
Figur 11 - Månedlig utstedte sertifikater per land fra 2002 til 2008	43
Figur 12 - Merbetalingsvilje med hensyn på strømløse	57

## Tabellfortegnelse

Tabell A - Kritisk merbetalingsvilje - opprinnelsesgarantier	8
Tabell B - Kritisk merbetalingsvilje - karbonkvoter	9
Tabell 1 - Klimabevissthet	14
Tabell 2 - Drivhusgasser	28
Tabell 3 - Global Warming Potential (GWP) standard	29
Tabell 4 - Norges sertifikatregnskap fra 2004-2007	43
Tabell 5 - Holdninger til kjernekraft	46
Tabell 6 - Prosentvis fordeling av energikilder og fornybar energi (Norge 2000 – 2007)	52
Tabell 7 - Konsum og Import av strøm for Norge 2000 - 2007	53
Tabell 8 - Kritisk merbetalingsvilje for ulike instrumenter	56
Tabell 9 - Skjæringspunkter med hensyn på strømløseleveranse	57
Tabell 10 - Klimaansvar	63
Tabell 11 - Holdning til energileverandørers karbonprofil	64
Tabell 12 - Oppfatning av strømløseleverandørers karbontiltak	65
Tabell 13 - Tillit til ulike instanser	66
Tabell 14 - Merbetalingsvilje	67
Tabell 15 - Kritisk merbetalingsvilje for ulike instrumenter.	68
Tabell 16 - Kritisk merbetalingsvilje ved differensiert produktportefølje	71

# 1 Executive Summary

Victor Norman, professor ved Norges Handelshøyskole, har pekt ut tre økonomiske megatrender for dette århundret; globalisering, en aldrende og mer utdannet befolkning og klimaforandring. Denne utredningen er et resultat av den sistnevnte trendens konsekvenser. Konsumenter verden over har vist seg å være villige til å betale mer for elektrisitet produsert av en fornybar eller karbonnøytral energikilde. Det er ikke mulig å øremerke strøm, da all strøm blandes på landsdekkende nett. Strøm produsert med ulike energikilder medfører ulike miljømessig merverdi, har det ført til at det eksisterende strømmarkedet deles inn to adskilte markeder; én med handel i fysisk elektrisitet (kWh), og en annen med opphavsrettighetene til den produserte strømmen. En rettighet, kun på papiret og ikke fysisk levering, på en mengde strøm fra et kraftverk, kalles en opprinnelsesgaranti. Guarantee of Origin Renewable Energy Source – Electricity (GoO RES-E) ( $\approx$  RECS), Combined Heat and Power (CHP) GoO og EECS Disclosure Sertifikater er ulike typer opprinnelsesgarantier avhengig av produksjonsmetode, og vil alle bli tatt for seg i denne utredningen.

I januar 2008 presenterte EU oppdaterte klimapolitiske målsetninger, i en forlengelse av fornybarhetsdirektivet fra 2001. De reviderte målene innebærer at alle EU-land (og indirekte EØS-land) må øke sin fornybare strømproduksjon med 20 %, redusere CO<sub>2</sub>-utslipp med 20 % samt øke energieffektiviteten med 20 % innen utgangen av 2020, og omtales ofte som "20-20-20-målsetningen". Blant virkemidlene som er tatt i bruk for å nå målsetningen spiller kvotehandelssystemer og opprinnelsesgarantier en sentral rolle. For å nå målene er det også utviklet rapporteringssystemer som krever at en kraftleverandør skal kunne dokumentere overfor kunden; når, hvor og med hvilken metode strømmen er produsert. Hvis en strømleverandør i Norge blir bedt om å presentere slik informasjon, er den pliktig til å gjøre dette, og informasjonen presenteres da i form av en varedeklarasjon. Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE) publiserer også en nasjonal varedeklarasjon, som aggregerer andel fornybar produksjon, varmeproduksjon, bruttoimport og med ukjent opphav opp på et nasjonalt nivå. Det ukjente opphavet består av nettoeksport av opprinnelsesgarantier.

Det tilbys opprinnelsesgarantier fra ulike typer kraftverk, og opprinnelsesgarantier med ulike attributter omsettes til ulike priser. En viktig attributt er hvilken energikilde

strømproduksjonen er basert på, men når kraftverket ble oppført har også betydning; et nytt og moderne vannkraftverk vil eksempelvis kunne oppnå høyere pris for sine opprinnelsesgarantier enn et eldre kraftverk. Det er også mulig å handle opprinnelsesgarantier med levering frem i tid. Det faktum at prisen på futures-kontraktene er stigende med leveringstidspunkt, er et tegn på at markedet forventer fremtidig prisøkning. I oppgaven beregnes den kritiske merbetalingsviljen nødvendig for at kraftavtaler som benytter seg av ulike opprinnelsesgarantier skal gå i break even. På bakgrunn av gjeldene priser i uke 51 i 2008 gjøres det en sensitivitets analyse med utgangspunkt i relevante leveransestørrelser i det norske markedet:

Sertifikat	Nok pr kWh	1 TWh	3 TWh	8,4 TWh	12,4 TWh
Hydro-08	0,0014	3,95 %	1,55 %	0,77 %	0,63 %
Hydro-09	0,0023	4,16 %	1,77 %	0,99 %	0,85 %
Hydro-10	0,0033	4,41 %	2,01 %	1,24 %	1,09 %
Hydro-11	0,0042	4,63 %	2,23 %	1,46 %	1,31 %
New Hydro-09	0,0130	6,72 %	4,32 %	3,55 %	3,41 %
Wind-08	0,0106	6,15 %	3,75 %	2,98 %	2,83 %
Nuclear-09 (est)	0,0005	2,42 %	0,88 %	0,39 %	0,30 %

Tabell A - Kritisk merbetalingsvilje for kraftavtaler som benytter seg av opprinnelsesgarantier

Som det fremkommer av Tabell A, resulterer prisforskjellene mellom opprinnelsesgarantiene nevnt innledningsvis i ulik kritisk merbetalingsvilje.

Foruten kraftavtaler som benytter seg av opprinnelsesgarantier, utforsker denne oppgaven et nytt mulig produkt. En kraftleverandør har anledning til å kjøpe karbonkvoter tilsvarende det utslippet levert strøm har forårsaket, noe som vil gi en karbonnøytral strømavtale. Det foreslås en fremgangsmåte for å beregne utslipp knyttet til levert strøm med utgangspunkt i *Norsk bransjenorm for opprinnelsesgaranterte kraftavtaler fra fornybar energi*. Metoden består av fire steg; finne gjennomsnittlig CO<sub>2</sub>-utslipp per kWh produsert energi forbundet med kraftverk fyrt på ulike energikilder, kartlegge utslipp fra nasjonal produksjon, avgjøre hvordan den uspesifiserte andelen skal behandles og til slutt innhente nasjonale varedeklarasjoner fra landene Norge importerer strøm fra. Da det ikke inngår nevneverdige faste kostnader knyttet til kvotehandling forblir den kritiske merbetalingsviljen fast, uavhengig av størrelsen på leveranse:



Kvote	Nok pr kWh	Kritisk merbetalingsvilje
EUA Spot	0,0034	0,81 %
CER Spot	0,0030	0,72 %

Tabell B - Kritisk merbetalingsvilje for kraftavtaler som benytter seg av karbonkvoter

For å kunne sammenlikne ulike måter en kraftleverandør kan hevde og tilby fornybar eller karbonnøytral strøm på, tar utredningen for seg tre ulike scenarioer; en kraftavtale som tilbyr opprinnelsesgarantert fornybar energi, en kraftavtale som tilbyr karbonnøytral energi ved hjelp av opprinnelsesgartniet for kjernekraft og en kraftavtale som tilbyr karbonnøytral strøm ved hjelp av karbonkvoter. Basert på beregningene over og miljømessige egenskaper sammenlignes de tre scenarioene. Karbonkvotealternativet er mest lønnsomt ved små kvantum. Merbetalingsviljen for det andre karbonnøytrale produktet, EECs Disclosure Sertifikater for kjernekraft, er fallende for økt kvantum, og tar over som det rimeligste produktet for leveranser over 3,3 TWh. Den kritiske merbetalingsviljen for det rimeligste fornybare alternativet, Hydro-08 går fra 3,95 % til 0,63 % for leveranser på henholdsvis 1 TWh og 12,7 TWh. Det er viktig å merke seg at et slikt produkt garanterer fornybarhet, og ikke kun karbonnøytralitet, noe som vil gi grunnlag for å prise kraftavtalen høyere. Som det fremkommer av Tabell A, er det først ved relativt høye kraftleveranser at kraftavtaler som benytter seg av de ulike opprinnelsesgarantiene er konkurransedyktige mot kvotealternativet. De ulike miljømessige egenskapene knyttet til scenarioene utdypes senere i oppgaven.

Forwardprisene på GoO RES-E fra vannkraft er sterkt økende fra dagens (uke 51 i 2008) verdi på 0,14 øre/kWh til 0,42 øre/kWh i 2011. Tar en for seg EUA-kvoter er det ikke ventet tilsvarende prisøkning i tiden fremover. Med utgangspunkt i future-priser (uke 51 i 2008) er en EUA-future med oppgjør i 2011 priset til € 17,08<sup>1</sup>. Til sammenlikning er spotprisen € 15,02 på samme tid. Under kapitlet om usikkerhet argumenteres det for at fremtidig kvotepris blant annet vil avhenge av avgjørelsene som blir tatt under klimatoppmøtet i København i 2009. Dermed vil karbonkvotealternativet komme bedre ut de neste årene, sammenliknet med alternativene som benytter seg av opprinnelsesgarantier.

Konsulentselskapet Accenture publiserte i oktober 2007 rapporten Accenture Climate Change Study. Respondenter over hele verden har besvart en rekke spørsmål i tilknytning

<sup>1</sup> European Energy Exchange – EEX (2009) - <http://www.eex.com/en/Download/Market%20Data>

holdninger og handlingsmønstre relatert til klimaforandringene verden står overfor.

Viktigheten av at kraftleverandøren tar klimahensyn, og villighet for å betale mer for produkter som bidrar til å redusere klimautslipp var ett av temaene som ble dekket. Det er med utgangspunkt i dette materialet oppgaven tar sikte på å belyse markedet for kraftavtaler med miljømessig merverdi.

I konklusjonen vil det bli presentert en rekke funn fra Accentures klimarapport for Norge, Norden og verden som helhet, som igjen vil diskuteres opp mot resultatene i oppgaven. At 76 % av konsumentene er villige til å bytte til en strømleverandør som går aktivt inn for å redusere karbonutslipp, samt at 54 % av befolkningen er villige til å betale mer for produkter som bidrar til å redusere karbonutslipp er blant funnene som blir trukket frem. Tall fra klimarapporten gir en indikasjon på at konsumentenes vilje til å betale mer for produkter som bidrar til å redusere karbonutslipp, overstiger den kritiske merbetalingsviljen som er nødvendig for at kraftavtalene fra beregningene skal gå i break even. Videre vil det bli drøftet hvilke konsekvenser det vil få dersom Norge eksporterer alle sine opprinnelsesgarantier, gitt at all norsk fornybar produksjon utsteder opprinnelsesgarantier. Norske sluttbrukere av strøm vil således stå ovenfor en restmikst totalt blottet for fornybar energi. Til slutt vil vi ta opp momenter en strømleverandører kan ha nytte av å overveie. Disse momentene er basert på oppgavens funn og omfatter blant annet det å gi kunden valgfrihet knyttet til kraftavtaler med ulik miljømessig merverdi samt økt kommunikasjon rundt opprinnelsesgaranterte/karbonnøytrale kraftavtaler.

## 2 Prosjektdefinisjon

### 2.1 Målsetning

Hensikten med denne utredningen er å belyse de ulike virkemidlene en strømlleverandør har til rådighet for å hevde at tilbudt strøm er karbonnøytral (CO<sub>2</sub>-nøytral) eller fornybar. Med karbonnøytral menes det at det ikke er forbundet CO<sub>2</sub>-utslipp med den leverte strømmen. Utredningen bygger på handel med ulike instrumenter i tilknytning til utslipp og opprinnelse av strøm over landegrensene. Klimatrender og merbetalingsvilje vil også utredes.

En måte en kraftleverandør kan tilby fornybar strøm på vil være å kjøpe opprinnelsesgarantier fra kraftprodusenter av fornybar energi (RECS/GoO RES-E) tilsvarende mengden elektrisitet levert til sluttbrukeren. Det en da har kjøpt er opphavsretten til fornybar kraft, som sammen med den fysiske elektrisiteten en trekker ut av stikkontakten gir et fornybart, og dermed også et karbonnøytralt produkt. Det vil også være mulig å handle såkalte EECs Disclosure Sertifikater, som fungerer på samme måte som GoO RES-E, bare at de gjelder for alle typer energifremstilling. Disclosure Sertifikater fra kjernekraft vil medføre karbonnøytralitet, og kan således benyttes av kraftleverandører for å tilby karbonnøytral energi. En annen mulig måte en kraftleverandør kan tilby karbonnøytral strøm på, er å kjøpe CO<sub>2</sub>-kvoter tilsvarende utslippet forårsaket av strømproduksjon. Denne metoden medfører en relativt kompleks kalkulasjon med energiproduksjon, utslippsdata og handel mellom land som viktige input.

Oppgaven tar for seg forskjellen mellom alternativene, både i pris og kompleksitet. Det har blitt gjort beregninger for å sammenlikne de ulike alternativene nevnt over basert på strømkonsumentenes merbetalingsvilje for klimaverdien av strømmen de kjøper. Dessuten tar oppgaven utgangspunkt i et forholdstall på 11 %, som et anslag på hvor mye mer sluttbrukere er villig til å betale for miljøvennlige produsenter, basert på en undersøkelse utført av konsulentselskapet Accenture.

I 2007 ble det produsert 137,7 TWh elektrisitet i Norge, hvor nesten 99 % av produksjonen hadde sitt opphav fra fornybare energikilder<sup>2</sup>. Norge står for brorparten av den fornybare produksjonen i Europa, og utsteder således tilsvarende mengder fornybare opprinnelsesgarantier. En situasjon med en betydelig utenlands etterspørselsøkning etter opprinnelsesgarantier er ikke utenkelig. Dette vil i første omgang føre til en prisøkning på opprinnelsesgarantier. Ytterste konsekvens er at utenlandsk etterspørsel blir langt høyere enn norsk, slik at alle garantier eksporteres, og norske strømleverandører vil ikke lenger kunne hevde og levere fornybar energi. Et alternativ kan da være å dekke inn utslippet ved hjelp av karbonkvoter. For å utføre en slik beregning, er det nødvendig å innhente data om gjennomsnittlig CO<sub>2</sub>-utslipp fra kraftverk fyrt på ulike energikilder, samt å kartlegge nasjonal produksjon med tilhørende utslipp, gitt ved en varedeklarasjon. Til slutt må en ta stilling til hvordan en ønsker å behandle den uspesifiserte andelen (oppstår som følge av nettoeksport av opprinnelsesgarantier) i varedeklarasjonen. Når en da får et nøyaktig antall kvoter en må handle for å karbonnøytralisere en mengde konsumert strøm, vil en kunne sette de ulike alternativene opp mot hverandre. Alle de ulike alternativene blir presentert ved hjelp av en prosentsats som indikerer en nødvendig merbetalingsvilje for at kraftleverandøren skal gå i break even. Det skal legges til at det er ikke sikkert at det alternativet som er mest lønnsomt med dagens produksjon og pris, vil være det mest lønnsomme hvis tar hensyn til forventninger om fremtidig utvikling.

Oppgaven vil gå inn på hvilke holdninger folk har til kjernekraft og endringer i denne over tid, for å gi et bedre sammenlikningsgrunnlag for de karbonnøytrale alternativene. Ved hjelp av relevante spørreundersøkelser vil en kunne stake ut en kurs for kraftleverandører som ønsker å posisjonere seg som klimavennlige, og samtidig profitere på det. Med utgangspunkt i funnene i oppgaven vil det i konklusjonen bli foreslått tiltak som bør vurderes av kraftleverandører som ønsker å kombinere lønnsomhet og klimaansvar.

## 2.2 Terminologi

Uttrykkene "grønn energi" og "grønne sertifikater" er ofte brukt i media, men dessverre ofte med ulike betydninger. Satt i perspektiv er det å reklamere med "grønn energi" i

---

<sup>2</sup> Norges Vassdrags- og Energidirektorat, 20.10.08,  
[http://nve.no/modules/module\\_109/publisher\\_view\\_product.asp?iEntityId=10082](http://nve.no/modules/module_109/publisher_view_product.asp?iEntityId=10082)

markedsføringsøyemed frarådet av Forbrukerrådet (EBL 2008)<sup>3</sup>. Bærekraftig energi, ren energi og miljøenergi er andre uttrykk som også brukes i dagligtale og i markedsføring med større eller mindre nøyaktighet. Vi vil i denne oppgaven unngå bruk av slike upresise begreper, og heller omtale energien som karbonnøytral eller fornybar. Fornybar energi defineres som en energikilde det ikke finnes en begrenset mengde av. Karbonnøytral energi defineres som strømproduksjon det ikke er forbundet CO<sub>2</sub>-utslipp med. All fornybar energi defineres som karbonnøytral, men det finnes karbonnøytral energi som ikke er fornybar.

Vi bruker *sertifikater* som samlebetegnelse for opprinnelsesgarantier av ulik art; RECS, GoO RES-E og pliktige el-sertifikater, og omtaler det respektive sertifikatet så nøyaktig som mulig. Svenske pliktige el-sertifikater er det nærmeste en kommer definisjonen av et grønt sertifikat i virkeligheten, og skiller seg først og fremst fra opprinnelsesgarantier ved at de har en omsetningsplikt.

### **2.3 Accenture Climate Change Study 2007**

I oktober 2007 publiserte konsulentselskapet Accenture en undersøkelse om konsumenters holdninger og handlingsmønstre i forbindelse med klimaforandringene vi står overfor<sup>4</sup>. Rapporten samler data fra et representativt utvalg fra landene i Vest-Europa og Nord-Amerika, Australia, Kina, India og Brasil. Accenture ser på mulighetene som endringen i allmenn oppfattelse gir bedrifter, og hevder at bevissthet rundt klimaforandringer begynner å bli sett på som en mulighet for vekst og verdiskapning av næringslivet. Rapporten påpeker trender som for eksempel at klimaspørsmål i stadig større grad står på den politiske og journalistiske agenda, at investorer krever åpenhet om klimaprofil og at strømkonsumenter favoriserer leverandører med en bevisst klimaprofil, noe de er villige til å betale et tillegg i pris for. Sistnevnte funn er en del av denne utredningens utgangspunkt. Undersøkelsen viser blant annet at 85 % av de spurte på verdensbasis er bekymret for klimaforandringen, og 81 % tror at den vil ha påvirkning på livene deres.

---

<sup>3</sup> Energibedriftenes landsforening (EBL), Bransjenorm for GoOer, <http://www.ebl.no/article.php?articleID=543>

<sup>4</sup> Accenture Climate Change Consumer Study, oktober 2007

	Norge	Norden	Europa	Verden
Are you concerned by climate change?	60 %	68 %	81 %	85 %
What is your level of knowledge of the The Kyoto Protocol?*	2.29	2.48	2.60	2.53
What is your level of knowledge of The Clean Development Mechanism (CDM) / Carbon offsets?*	1.73	1.98	1.98	1.99
What is your level of knowledge of the following aspects : Carbon Trading and Credits?*	2.18	2.38	2.25	2.25

Tabell 1 - Klimabevisssthet. Kilde: Accenture (Table 3, 15, 16, 17, 19)

\* Tallene representerer et gjennomsnitt av kunnskapen. Høye verdier tilsvarer høy kunnskap. Se appendiks for detaljer.

En ser at Norge ligger langt under verdensnivået hva bekymring rundt klimaendringer angår. Undersøkelsen belyser at norske kvinner (66 %) er mer opptatt av klimaendringene enn menn (53 %) og at de unge i aldersgruppen 16 - 24 år bekymrer seg mest, med en andel på 77 %. Respondentene i undersøkelsen etterlyser dessuten mer informasjon om hvordan en selv kan bidra til å redusere klimautslipp, og samtidig mer informasjon om miljøvennligheten til produktene de konsumerer. Undersøkelsen går videre inn på at dette gjelder spesielt for kraftprodusenter og leverandører, hvor kundene etterlyser åpenhet om miljøtiltak og hvorvidt elektrisiteten er produsert av en fornybar energikilde, alternativt at energiselskapet bevisst går inn for å redusere CO<sub>2</sub>-utslipp. Vi vil gå nærmere inn på strømleverandørenes troverdighet og merbetalingsvilje for klimavennlige produkter senere i avhandlingen.

Undersøkelsen er basert på intervjuer av 7526 individer på verdensbasis. 3512 av disse er fra Europa, 504 fra Norden og 127 fra Norge. Det er ca 500 respondenter fra hvert land i undersøkelsen, bortsett fra i de nordiske landene. Da det er et begrenset antall respondenter i hvert av de nordiske landene, må en være noe forsiktig med bruken av de nordiske resultatene på landsbasis. Vi har derfor tatt med Norden som helhet, Europa og verden som helhet (samtlige land i undersøkelsen) med som sammenligningsgrunnlag mot de norske resultatene. Det kan også argumenteres for at de nordiske landene vil ha noenlunde like preferanser.

Bakgrunnen for at utredningen i hovedsak baserer seg på Accenture Climate Change Study 2007 er undersøkelsens omfang. Det lyktes ikke å finne noen undersøkelse som stilte det samme utvalget like mange relevante spørsmål. Videre blir undersøkelsen, med

utgangspunkt i de spørsmålene som ble stilt i 2007, oppdatert i 2009. Dette representerer en unik mulighet til å spore endringer og trender i klimaoppfatningene. Dette er spesielt interessant med tanke på finanskrisens inntreden. Der det har blitt funnet nødvendig har andre undersøkelser blitt benyttet for å utfylle Accenture Climate Change Study 2007.

## **2.4 Samarbeidspartnere**

En meget stor takk til samtlige av våre samarbeidspartnere, som hver og én bidro til å gjøre utredningen mulig.

*Statnett v/ Ulf Møller*

*Accenture v/ Nils Due-Gundersen, Laila Read*

*CICERO v/ Asbjørn Torvanger, Hege Westskog*

*EBL v/Ole Haugen*

*NHH v/Gunnar Eskeland*

*SSB v/ Torstein Bye*

*Ecohz v/Pål Visnes*

*ICAP v/Lena Bratsberg*

*Torøforsk*

*Svenska Kraftnät*

*Grexel*

*Vattenfall*

## 3 Innføring i elektrisitetsmarkedet

### 3.1 Hvordan redusere klimautslipp?

Det kommer til stadighet nye innspill i debatten om hvordan en skal redusere klimagassutslipp i ulike bransjer og sektorer. Innføring av kvotehandelssystemer, sertifikatsystemer, CO<sub>2</sub>-fangst og reduksjon i energikonsumet er noen av forslagene relatert til kraftproduksjon. Denne utredningen vil fokusere på de to første tiltakene. For å understreke viktigheten av de to resterende, er de beskrevet i korte trekk i appendikset. Karbonnøytral energi kan fremstilles av fornybar energi eller kjernekraft. Etersom energiindustrien står for ca 30 % av Europas (EU 15) utslipp av klimagasser<sup>5</sup>, vil en reduksjon i bruk av forurensende kull-, olje- og gasskraftverk til fordel for karbonnøytrale produksjonsmetoder, gi betydelige utslippsreduksjoner og således bremse den globale oppvarmingen. Dette kapitlet tar for seg grunnleggende elektrisitetsprinsipper, samt hvordan markedet for handel med opprinnelsesgarantier er designet for å verdsette strømmens klimaverdi.

### 3.2 Elektrisitet og strømmettet

Elektrisiteten som trekkes ut av en stikkontakt i en husstand har visse fysiske egenskaper, gitt ved antall volt og hvorvidt strømmen er vekselstrøm eller likestrøm. Strømmen inneholder imidlertid ingen informasjon om hvor eller hvordan elektrisiteten er produsert. Dette fordi all produsert elektrisitet blir sendt ut og blandet i strømmettet som ofte er felles for flere produsenter og leverandører. Disse strømmettene er igjen koblet sammen for å muliggjøre eksport og import av strøm. En kraftleverandør vil således ikke kunne fysisk påvirke opprinnelsen av den faktiske elektrisiteten som konsumeres i den enkelte husstand.

Strøm kan i prinsippet ikke lagres, så alt som ikke går med til energitap på veien til sluttbruker, må konsumeres. Det finnes indirekte måter å lagre strøm på, men de er ikke spesielt energieffektive. Et eksempel kan være å heve vannstanden i et magasin ved å pumpe inn vann. Videre har også enkelte kraftverk mulighet til å justere produksjonen etter

---

<sup>5</sup> Eurostat (2009), GHG emissions per sector, [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?\\_pageid=1996,39140985&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL&screen=detailref&language=en&product=REF\\_TB\\_environment&root=REF\\_TB\\_environment/t\\_env/t\\_env\\_air/tsdcc210](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=1996,39140985&_dad=portal&_schema=PORTAL&screen=detailref&language=en&product=REF_TB_environment&root=REF_TB_environment/t_env/t_env_air/tsdcc210)



etterspørselen i markedet. Det innebærer riktignok vesentlige oppstarts og nedstengningskostnader hvis produksjonen må stoppes. Kraftverk som ikke kan justere produksjonen inkluderer i hovedsak vindmøller, solkraft og enkelte andre typer fornybare kraftverk.

### 3.3 Fornybarhetsdirektivet

Fornybarhetsdirektivet (eng. Renewable Energy Source – Electricity (RES-E) Directive) ble vedtatt av EU-parlamentet i 2001. Direktivet, som ble utviklet i et samarbeid mellom EU-kommisjonen og Transportdirektoratet, var en viktig brikke i EUs energipolitikk, tatt i betraktning at 40 % av EU15-landenes brutto energikonsum ble dekket ved elektrisitet da beslutningen ble tatt<sup>6</sup>. Direktivet har som målsetning å øke andelen fornybar energi til 22,1 % av den europeiske (EU25) energimiksen innen 2010. Til sammenlikning var andelen 13,9 % i EU15 i 1997. Etter innlemmelsen av Bulgaria og Romania i EU i 2007, ble målet justert til 21 % for EU27<sup>7</sup>. De ulike medlemslandene har individuelle mål, basert på blant annet eksisterende fornybar energi, fornybare ressurser, industrialiseringsgrad og forventet vekst. For å kunne følge progresjonen mot RES-E-målet, ble det utformet et rapporteringssystem. I systemet plikter alle produsenter og leverandører av elektrisitet i medlemslandene å oppgi opprinnelsesinformasjon fra og med 2003. Hvert år publiseres en rapport over eksisterende nasjonalt konsum og produksjon, samt ambisjoner for fremtiden og målsetninger for å nå disse. Basert på de nasjonale rapportene, utarbeider Kommisjonen en fellesrapport for hele EU. 23. januar 2008 la kommisjonen frem oppdaterte ambisjoner for fornybarhetsdirektivet, ofte omtalt som "20-20-20-målsetningen"<sup>8</sup>. Denne innebærer at EU innen år 2020 fortsatt skal oppnå en andel på 20 % fornybar energi, og i tillegg redusere CO<sub>2</sub>-utslipp med 20 %, samt oppnå 20 % høyere energieffektivitet. Denne målsetningen gjelder også for Norge gjennom Norges medlemskap i EØS.

### 3.4 Opprinnelsesinformasjon

Etter pålegg fra EU gjennom fornybarhetsdirektivet har kraftprodusenter og -leverandører måttet oppgi opprinnelsesinformasjon siden 2003. Opprinnelsesinformasjon fokuserer på

---

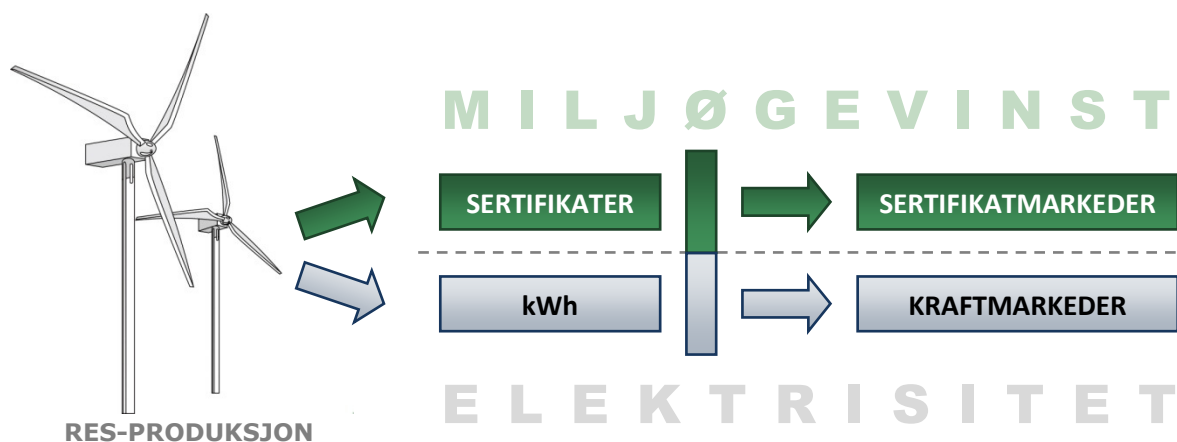
<sup>6</sup> The EU and Renewable Energy Sources – Main policies and Documents, [http://www.prosus.uio.no/english/pub\\_gov/susten/RES-Epaper\\_010604.pdf](http://www.prosus.uio.no/english/pub_gov/susten/RES-Epaper_010604.pdf)

<sup>7</sup> Progress RES-E (mars 2008), <http://www.managenergy.net/products/R1601.htm>

<sup>8</sup> Europaveien (mars 2008), <http://www.europaveien.no/shownewsintro.asp?id=943>

egenskaper ved framstillingsprosessen, altså kraftens opprinnelse. Herunder sammensetningen av energikilder som blir benyttet i produksjonsprosessen, radioaktivt avfall og utslipp av CO<sub>2</sub> forbundet med produksjon.<sup>9</sup> En kraftleverandør er pliktig i å presentere opprinnelsesinformasjon for den kraften han tilbyr overfor kunden, så sant kunden ber om det, i en opprinnelsesdeklarasjon. I Norge omtales en opprinnelsesdeklarasjon som varedeklarasjon, og er regulert av forskrifter utarbeidet av NVE<sup>8</sup>.

Opprinnelsesgarantier er sertifikater som bygger på opprinnelsesinformasjon. En opprinnelsesgaranti er et bevis på at 1MWh strøm har blitt produsert ved en gitt produksjonsmetode, når og hvor. Opprinnelsesgarantier kan benyttes i varedeklarasjoner, slik at en strømleverandør for eksempel kan hevde og tilby fornybar energi. Garantiene har følgelig en verdi og omsettes internasjonale markeder. Det overordnede argumentet bak opprinnelsesgarantier er å skille mellom miljøverdien og verdien av den fysiske elektrisiteten<sup>8</sup>. Elektrisiteten har en verdi i form av utføring av fysisk energiarbeid, men også en verdi i form av påvirkning på miljøet i form av utslipp av klimagasser.



Figur 1 - Adskilte markeder for fysisk strøm og miljøgevinst. Kilde: Ulf Møller, Statnett

En opprinnelsesgaranti vil i så måte synliggjøre hvilken produksjonsmåte som er benyttet, og hvilken grad av utslipp det er forbundet med strømmen. Ideen bak opprinnelsesgarantier er å gi sluttbrukere en mulighet til å premiere de leverandører som tar hensyn til miljøverdien, og på den måten stimulere miljøvennlig strømproduksjon.

<sup>9</sup> Energibedriftenes landsforening, Bransjenorm for GoOer, <http://www.ebl.no/article.php?articleID=543>

## 3.5 Varedeklarasjon

En kraftleverandør i Norge er pliktig i å presentere opprinnelsesinformasjon for den kraften han tilbyr overfor kunden, i en opprinnelsesdeklarasjon. I Norge omtales en opprinnelsesdeklarasjon som varedeklarasjon, og er regulert av forskrifter utarbeidet av Norges vassdrags- og Energidirektorat (NVE)<sup>10</sup>. Begrepet varedeklarasjon benyttes i to sammenhenger; én for kraftleverandører og én for NVE.

### 3.5.1 Varedeklarasjon fra kraftleverandør

1. Januar 2007 ble det krav om at alle kraftleverandører må levere en varedeklarasjon ved årets slutt. Ved hjelp av denne vil leverandøren kunne informere sluttbrukerne om opphavet til leveransene av elektrisk energi basert på foregåendes års opphav. Det er utformet klare retningslinjer for hvordan kraftleverandørene skal presentere varedeklarasjonen, i henhold til EBLs (Energibedriftenes Landsforening) bransjenorm og forskrifter fra NVE.<sup>11</sup>

Det ble innløst opphavsgarantier på til sammen 27 TWh i Norge i 2007, som følge av salg av opphavsgarantert kraft til norske kunder. Disse er trukket fra mengden vannkraft og vindkraft som inngår i forbruksmiksen. Andelen "ukjent/udefinert" inkluderer dermed en kraftmengde tilsvarende nettoeksport (se kapittel 3.5.2) av opprinnelsesgarantier<sup>12</sup>. Mange norske sluttbrukere vil trolig bli overrasket over at andelen energi fra ikke-fornybare kilder er forholdsvis stor. Årsaken er blant annet at Norge har et felles energimarked med resten av Europa. Dermed eksporteres en del av vår vannkraft, mens vi kan få termisk kraft som kull- eller kjernekraft i retur.

---

<sup>10</sup> Energibedriftenes landsforening, Bransjenorm for GoOer, <http://www.ebl.no/article.php?articleID=543>

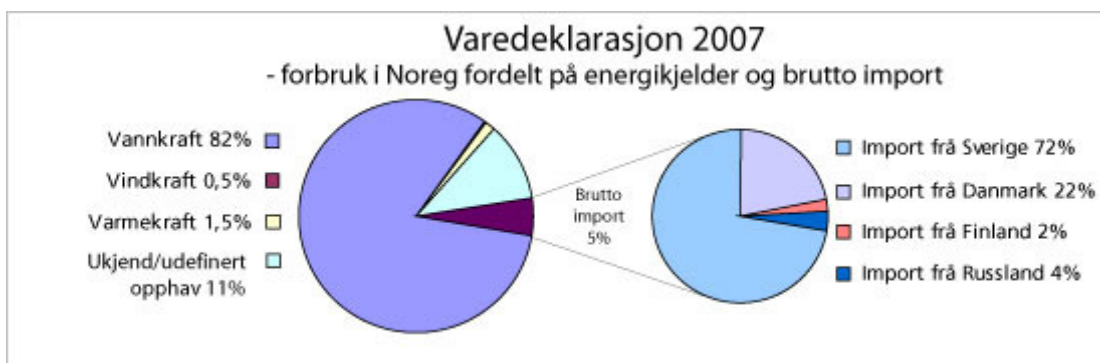
<sup>11</sup> Domain Protocol - RECS and GoO RES-E Norway, AIB, <http://www.statnett.no/Documents/Kraftsystemet/Energisertifikater/FAQ/GoO-RES-E-RECS-DP-Norway-v1.0.pdf>

<sup>12</sup> Norges Vassdrags- og Energidirektorat (2008), [http://www.nve.no/modules/module\\_109/publisher\\_view\\_product.asp?iEntityId=10393](http://www.nve.no/modules/module_109/publisher_view_product.asp?iEntityId=10393)

### 3.5.2 Nasjonal varedeklarasjon ved årets slutt

Ved årets slutt, setter NVE opp en nasjonal varedeklarasjon som vist under.

Varedeklarasjonen oppgir andel fornybar produksjon, varmeproduksjon, bruttoimport og en ukjent andel. Den ukjente andelen representerer nettoeksport (eksport – import) samt innløste norske opprinnelsesgarantier. Denne varedeklarasjonen er å anse som en restblanding, som strømleverandører som ikke benytter seg av opprinnelsesgarantier leverer. En strømvtales som ikke benytter særegne varedeklarasjoner, men heller baserer seg på restmiksen kalles *uspesifiserte kraftavtaler*.



Figur 2 - Varedeklarasjonen for elektrisitet i 2007.

### 3.6 EBLs bransjestandard og krav til markedsføring og kommunikasjon

I det en kraftleverandør fullt eller delvis hevder å tilby fornybar energi, forplikter leverandøren seg, i følge NVEs forskrifter, å oppgi en egen varedeklarasjon. Statnett anbefaler at leverandøren da følger Energibedriftenes Landsforenings (EBLs) bransjestandard for opprinnelsesgaranterte kraftavtaler.<sup>13</sup> Standarden forplikter da blant annet at strømleverandøren spesifiserer hvilken type energikilde som er benyttet i produksjonen av tilbudt strøm. Andre verifiserbare attributter kan være: Særskilte miljøegenskaper eller tiltak ved produksjonsanlegg, navngitt kraftprodusent eller kraftstasjon, alder på anlegg, effektinstallasjon og ulike regionale grenser for produksjon

Opprinnelsesgarantiene knyttes til produksjonsanlegget ved et unikt GRSN-nummer. Det holdes oversikt over alle opprinnelsesgarantier (per MWh) i et opprinnelsesgarantiregister. I Norge er det tradisjonelt sett Statnett SF som har hatt myndighet til å verifisere og tildele

<sup>13</sup> Energibedriftenes landsforening, Bransjenorm for GoOer, <http://www.ebl.no/article.php?articleID=543>

opprinnelsesgarantier til kraftprodusenter. Etter de nye forskriftene fra 2008 er det NVE som verifiserer og Statnett som utsteder. 100 % fornybar energi kan bare tilbys ved at en kraftleverandør kjøper opprinnelsesgarantier for fornybar energi tilsvarende antall MWh den leverer til sine kunder.

Hvis en strømleverandør hevder å tilby 100 % fornybar energi i markedsføringsøyemed, skal påstanden kunne dokumenteres på markedsføringstidspunktet (jf. markedsføringsloven)<sup>10</sup>. Det påpekes også at markedsinformasjonen skal være troverdig, lett forståelig og gjenkjennelig, for å hindre forvirring blant publikum. Forbrukerombudet advarer mot bruk av generelle miljøpåstander som "miljøvennlig", "ren" eller "bærekraftig" og tilsvarende begreper hvor kraftleverandøren hevder å ha fortrinn fremfor sine konkurrenter. Ønskelig er det derimot at kraftkilden spesifiseres så nøyaktig som mulig, som vannkraft, vindkraft osv. Alternativt kan en hevde og tilby "fornybar energi", et begrep det finnes en klar definisjon på.

### **3.7 Faktorer bak kraftprisen**

Det er rimelig å anta at etterspørselskurven etter elektrisitet er fallende, det vil si at redusert pris gir økt konsum og tilsvarende økt pris gir lavere konsum. Etterspørselen etter elektrisitet er i aller høyeste grad sesongavhengig, med blant annet utetemperatur og konsumentenes aktivitetsnivå som fundamentale faktorer.

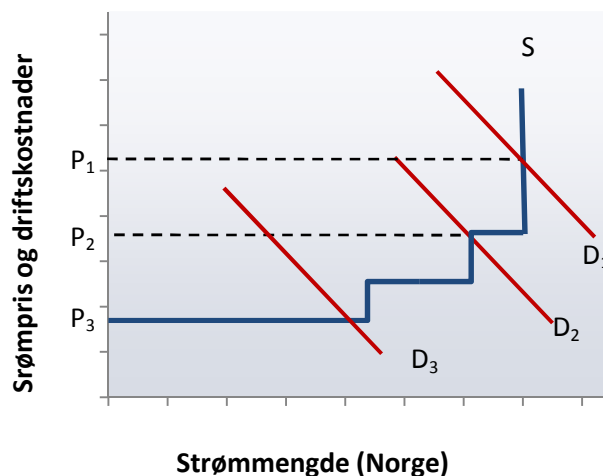
På kort sikt er kapasiteten i elektrisitetmarkedet relativt fast. Enkelte vannkraftverk er av typen helautomatiske og produserer jevnt hele året. Andre vannkraftverk kan regulere produksjonen og således tilpasse produksjonen etter sesongetterspørselen og tilsiget. Vindmøllene, som i Norge utgir under 1 % av den totale kraftproduksjonen, er naturlig nok veldig avhengige av vindforholdene og vil således produsere tilsvarende det forholdene tilsier. På fastlands-Norge finnes det kun ett gasskraftverk i kommersiell drift<sup>14</sup>. Gasskraftverket vil startes opp hvis kraftprisen over lengre tid forventes å være høy, og tilsvarende stoppes ved lav pris. Innsatsfaktorene ved å drifte et gasskraftverk er i stor grad bestemt av markedsprisen på gass og kostnader ved å handle eventuelle CO<sub>2</sub>-kvoter. I følge Torstein Bye (2005) vil kostnadene i et slikt driftsbeslutningstilfelle bli direkte veltet over i prisen på elektrisitet i tilpasningspunktet.

---

<sup>14</sup> Energilink (2008), <http://energilink.tu.no/leksikon/gasskraftverk.aspx>

Grafen under tar for seg tre ulike etterspørselssituasjoner, fra henholdsvis perioder med lav, normal og høy etterspørsel ( $D_1$ ,  $D_2$  og  $D_3$ ). Den trappeformede grafen illustrerer en stigende driftskostnad tilhørende de ulike kraftprodusentene, altså tilbudet. Den rene driftskostnaden for vannkraft vil være svært lav, 1-2 øre per kWh (Torstein Bye 2005)<sup>15</sup>. Kjernekraft antas å være noe dyrere, og driftkostnadene forbundet med gass- og kullkraft er høyest. I en etterspørselssituasjon med lav aktivitet på strømmettet ( $D_3$ ), vil hele kraftbehovet bli dekket av vannkraft, og den tilhørende prisen vil være svært lav ( $P_3$ ). Situasjoner hvor markedsprisen baseres på en så lav driftskostnad forekommer sjeldent. Vannkraftprodusenter vil samtidig prøve å jevne ut prisen i ulike perioder.

Ser en derimot på en etterspørselssituasjon med svært høy aktivitet ( $D_1$ ), må alt av kraftprodusenter aktiveres, både vann, vind, gass og importert strøm. Prisen på kraft i markedet settes dermed av den siste tilbyder, med den høyeste driftskostnaden. I dette tilfellet vil kapasiteten være begrenset i forhold til etterspørselen, med andre ord vil ikke all etterspørsel kunne tilfredstilles. I en slik situasjon må kraftprisen øke for at markedet skal klareres, til pris lik  $P_1$ . Prisforskjellen mellom  $P_2$  og  $P_1$  kalles skyggeprisen, og tilsvarer incentivet for å bygge ut ny kapasitet i kraftmarkedet. Merk at vi nå beveger oss fra kort til lang sikt, da utbygging tar tid, samtidig som det vil være et naturlig resultat av stadig høy skyggepris.



Figur 3 - Tilbud og etterspørsel i et stilisert kraftmarked, med henholdsvis pris og driftskostnader på y-aksen og mengde på x-aksen

<sup>15</sup> Betyr egentlig kvoteprisen noe for kraftprisene? Torstein Bye (2005)

## 4 CO<sub>2</sub>-kvoter

Industrialiseringen og det økende varekonsumet til verdens befolkning har medført økt utslipp av klimagasser. Noen av gassene har eksistert i vår atmosfære fra før av, mens andre er menneskelagde kjemiske sammensetninger. Klimaproblematikken går ut på at utslippene, av både gasser som har eksistert lenge og nye gasser, er større enn de jorden selv klarer å nøytralisere. Jorden har som kjent mekanismer på plass for å få bukt med drivhus gasser, for eksempel fotosyntesen. Når utslippet er større enn det Jorden klarer å håndtere oppstår det en ubalanse i atmosfæren, og klimaet endres. Den klimatrusselen som kanskje har fått mest oppmerksomhet i media er global oppvarming. Albert Arnold "Al" Gore Jr. ble i 2007 tildelt Nobels fredspris for sitt arbeid for å begrense den globale opphetingen, blant annet gjennom filmen "an inconvenient truth". Jordas atmosfære har den funksjon at den holder temperaturen på jorden oppe og stabil, og er en forutsetning for livet på jorden. Atmosfæren slipper inn sollys som treffer overflaten på jorden og varmer denne opp. På den annen side begrenser atmosfæren energiutstrålingen fra planeten. Denne effekten kalles drivhuseffekten. I korte trekk er utfordringen at økt utslipp av CO<sub>2</sub> og andre drivhusgasser fører til at en for liten andel av energiutstrålingen slipper ut gjennom atmosfæren, slik at oppvarmingen av jorden blir for sterk. Forskere (IPCC 2007)<sup>16</sup> argumenterer for at jordas gjennomsnittstemperatur vil stige med 1,1 grader til 6,4 grader celsius i løpet av tjuetførste århundre. De mest utbredte konsekvensene av en slik utvikling er at polisen og isbreer smelter, økt vannstand og hyppigere tilfelle av ekstremvær<sup>17</sup>. Selv om det i Kyotoavtalen kun er definert seks drivhusgasser, bør det nevnes at det eksisterer forurensende gasser som kan ha en indirekte effekt på global oppvarming. Eksempelvis vil utslipp av svoveldioksid og nitrogenoksider føre til sur nedbør. Sur nedbør dreper alger og vegetasjon gjennom forsurening av vann, oppløsning av næringsstoffer og oppløsning av giftige metaller med mer. Fotosyntesen er jordens viktigste mekanisme for å håndtere CO<sub>2</sub>, og således har svoveldioksid og nitrogenoksider, selv om de ikke er definert som drivhusgasser, en innvirkning på global oppvarming. I arbeidet med å bremse den globale oppvarmingen er det utviklet kvotehandelsprogrammer og enkelte land har satt seg utslippsreduksjonsmål. I

---

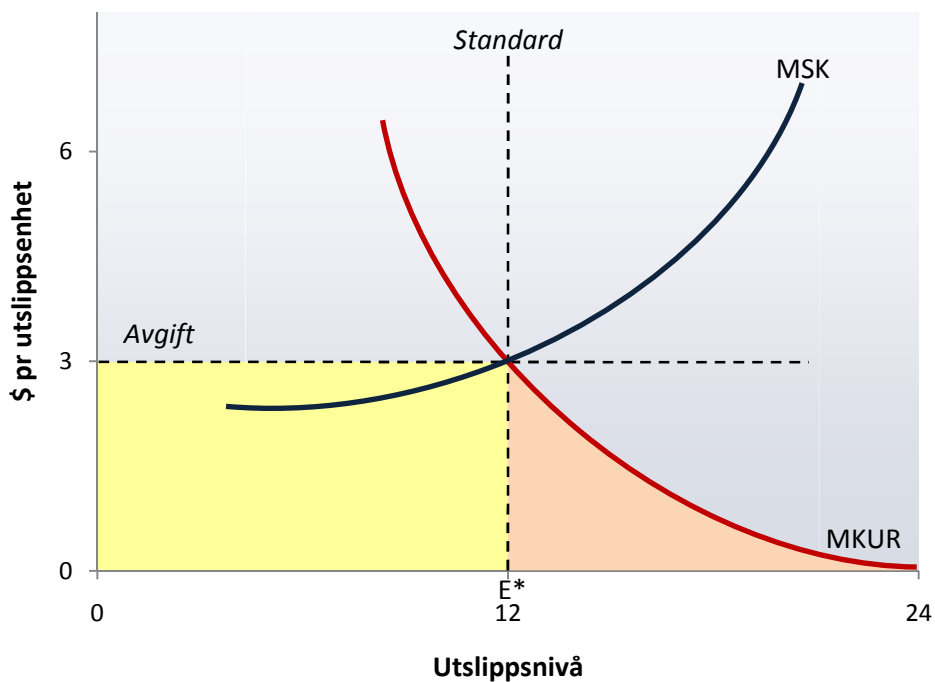
<sup>16</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Fourth assessment report (2007), [http://en.wikipedia.org/wiki/Intergovernmental\\_Panel\\_on\\_Climate\\_Change](http://en.wikipedia.org/wiki/Intergovernmental_Panel_on_Climate_Change)

<sup>17</sup> Wikipedia.org (2009), [http://en.wikipedia.org/wiki/Global\\_warming](http://en.wikipedia.org/wiki/Global_warming)

dette kapittelet vil mekanismene bak kvoter utdypes, og tiltakene for å bremse denne utviklingen vil presenteres gjennom Kyoto-protokollen og kvotehandelsprogrammer.

#### 4.1 Virkemidler for å redusere klimautslipp

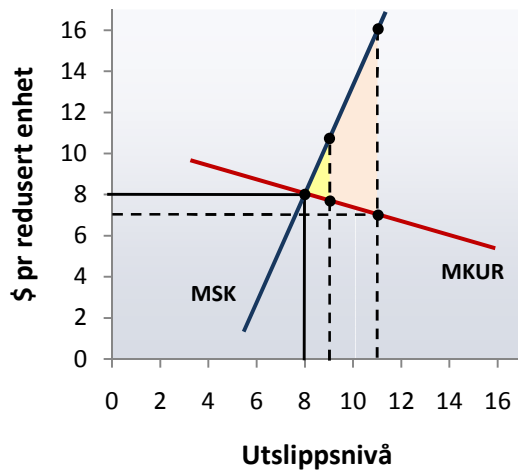
Det finnes flere virkemidler for å redusere klimautslipp. Et *utslippstak* innebærer at myndighetene setter en øvre grense for hvor mye en bedrift kan slippe ut. Fordelen med dette er full kontroll over det totale utslippsnivået, men ordningen medfører betydelige tap. Bedrifter som står ovenfor en relativt stor kostnad ved å redusere utslipp, må redusere like mye som bedrifter som med relativt enkle grep kan redusere utslipp, for eksempel ved tilgang til teknologi. Det optimale for samfunnet er derimot at utslippene reduseres der marginalkostnaden ved utslippsreduksjon (MKUR) er lavest (Pindyck og Rubinfeld 2000). Ved å innføre en avgift på utslipp, vil bedriftene tilpasse seg der MKUR er lik utslippsavgiften. Dette medfører at bedrifter med lave marginale reduksjonskostnader reduserer en større andel av utslippene. Videre gir avgifter i større grad incentiver til å investere i utslippsreducerende teknologi. Problemet med denne ordningen er at en har mindre kontroll over det totale utslippsnivået, pga usikkerhet rundt kostnader og fordeler knyttet til utslippsreduksjon.



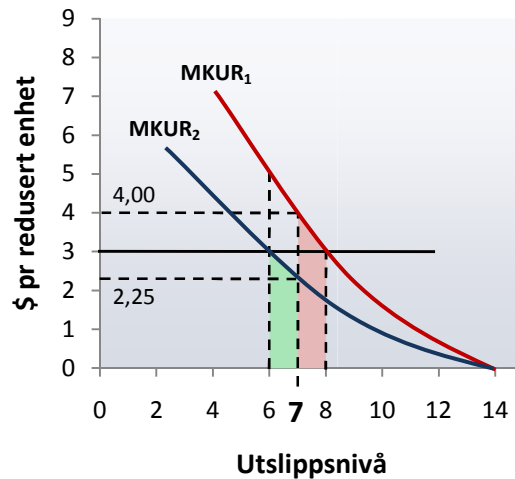
Figur 4 – Ved å innføre en avgift på klimautslipp, vil bedriftene tilpasse seg der avgiften er lik marginal reduksjonskostnad (MCA)



Figur 4 viser den optimale tilpassningen  $E^*$  der  $MKUR = MSK$  (marginal samfunnskostnad) ved en avgift satt til \$3 eller ved en standard satt til 12 utslippsenheter. I avgiftstilfellet vil selskapet redusere utslippene helt til  $MKUR$  er lik avgiften, i dette tilfellet \$3. Bedriften betaler da det gule området i avgifter, og velger selv å redusere utslippet fra 24 til 12 enheter, gitt ved det røde området. Dette er en optimal tilpassning for bedriften, da avgiftskostnaden vil overstige egen marginal reduksjonskostnad for utslipp over 12 enheter.



Figur 4b: Feilsatt avgift fører til store kostnader for samfunnet



Figur 4c: Figuren til venstre illustrerer store ulikheter ved bruk av avgiftsstandard

Figurene over viser to tilfeller hvor avgifter eller utslippstak er lite egnet. Figur 4b viser et uheldig utfall ved feiltolking av avgiftssatsen.  $MKUR$  er lite elastisk, mens  $MSK$  er meget elastisk. Ved å undervurdere de sosiale kostnadene, og således sette en avgift lik \$7 per redusert enhet, vil konsekvensene for samfunnet være betydelig høyere enn i tilfellet med en avgift på \$8. Figuren illustrer med andre ord en situasjon hvor en feilsatt avgift får meget store konsekvenser for samfunnet.

Figur 4c viser to produsenter med ulike reduksjonsfunksjoner, som i utgangspunktet slipper ut 14 utslippsenheter hver. Myndighetene vil redusere det totale utslippet med 14 enheter. I tilfellet med utslippstak, krever myndighetene at begge produsentene må kutte med 7 enheter hver. I og med at de har forskjellig  $MKUR$  medfører reduksjonen ulike kostnader. Ser en begge produsentene under ett, vil det ikke være kostnadsminimerende å kreve at begge selskapene skal redusere like mye, da de har ulike  $MKUR$ . Det mest hensiktsmessige vil være at den bedriften med lavest  $MKUR$  reduserer mest. Hvis myndighetene i stedet

velger å sette en avgift på \$3, vil begge bedriftene tilpasse seg der avgiften er lik MKUR. I dette tilfellet vil bedriften med lavest MKUR redusere med 8 enheter og bedriften med høyest MKUR vil redusere med 6 enheter. Sum utslippsreduksjon blir den samme som i tilfellet med lik reduksjon, men den totale kostnaden ved reduksjonen blir mindre.

## 4.2 Overførbare utslippskvoter

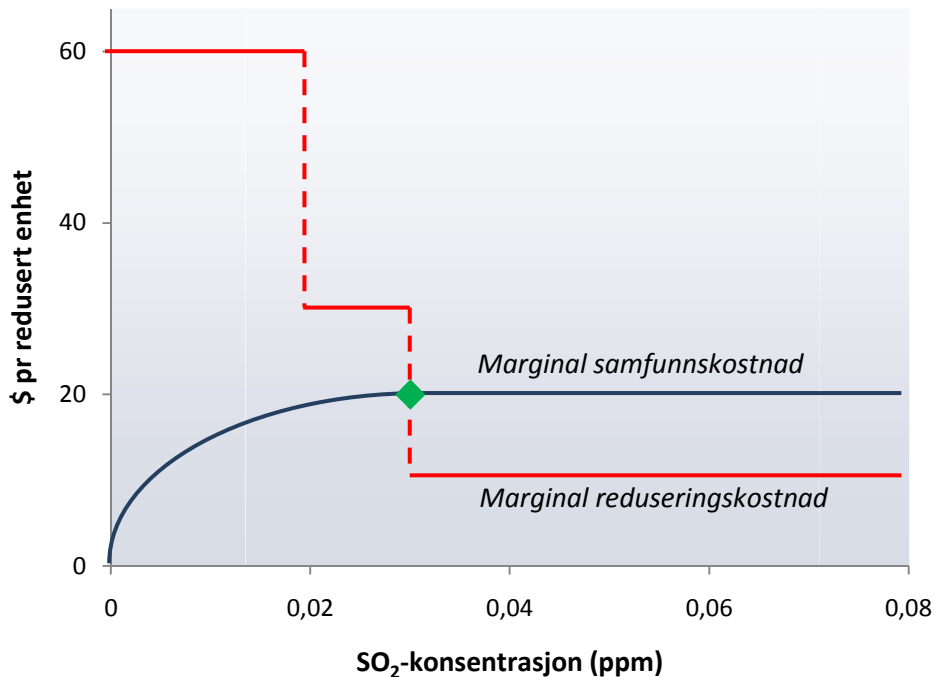
Overførbare utslippskvoter er en mekanisme som både tilfredsstiller kriteriet om full kontroll over utslipp, samtidig som utslippsreduksjon allokeres dit marginalkostnaden er lavest. I et slikt system, må en ha *tillatelse* til å slippe ut klimagasser. Tillatelsen blir utstedt av myndighetene og kommer i form av en kvote som gir rett til å slippe ut en gitt mengde klimagass. Kvotene er fritt omsettelige, så et selskap med dårlige forutsetninger for utslippsreduksjon, vil kjøpe kvoter, og således betale for at et selskap med gode forutsetninger utfører reduksjonen. For selskaper med lav marginalkostnad knyttet til reduksjon er det billigere å redusere utslipp enn å kjøpe kvoter. Eksisterer det nok kvoter og nok aktører utvikler det seg et kompetitivt marked. I likevekt er prisen på en kvote lik marginalkostnaden ved å redusere utslippene.

I følge en studie gjort i 1996 (Fullerton, McDermott & Caulkins)<sup>18</sup> knyttet til svovelutslipp, viser kostnadene knyttet til et kvotesystem seg å være halvparten av kostnadene knyttet til et utslippstak. Figur 5 viser effisient svoveldioksidkonsentrasjon, der marginal utslippsreduksjonskostnad er lik den marginale samfunnskostnaden knyttet til utslippene. Den marginale reduksjonskostnadskurven består av en rekke trinn. Hvert trinn representerer at en ny reduksjonsteknologi tas i bruk.

Nøytraliteten mellom bransjer og graden av selvregulering i markedet, har gjort kvoter til mange økonomers foretrukne verktøy i spørsmålet om hvordan å redusere utslipp av klimagasser. I Kyoto-protokollen har de valgt å bruke denne fremgangsmåten fremfor avgifter og rene utslippstak.

---

<sup>18</sup> "Sulfur Dioxide Compliance of a Regulated Utility", Fullerton, McDermott & Caulkins, 1996



Figur 5 - Effisient utslippsreduksjon

### 4.3 Kyoto-protokollen

I regi av FN ble det i 1997 undertegnet en klimaavtale<sup>19</sup> (protokoll) i Kyoto i Japan med hensikt å redusere utslipp av CO<sub>2</sub> for så å redusere den globale oppvarmingen. Avtalen var formelt en protokoll til FNs klimakonvensjon, som ble vedtatt under Rio-konferansen i 1992. Av de totalt 178 landene som har skrevet under, er 36 av dem utviklede (annex B-land), og de har en overordnet forpliktelse til å redusere sine CO<sub>2</sub>-utslipp til et utslippsnivå 5,2 % under nivået landene hadde i 1990. Kyotoavtalen trådte i kraft 16. februar 2005, og reduksjonsforpliktelsene må være utført innen utgangen av 2012. I-landenes eksakte utslippsreduksjon varierer fra land til land, basert på graden av industrialisering og utslipp per capita i 1990 og i dag. For eksempel må Island kun holde seg innenfor en 10 % økning fra 1990-nivået, mens hele EU under ett har forpliktet seg til en 8 % reduksjon. De ikke-utviklede landene har på sin side ingen reduksjonsmål, men har forpliktet seg til å måle sitt eget utslipp. Det eneste industrialiserte landet som ikke har ratifisert protokollen er USA. Som en pekepinn på omfanget av i-landenes utslipp, kan en benytte de foreslåtte ratifiseringstakene i

<sup>19</sup> Wikipedia.org (16.09.08), [http://en.wikipedia.org/wiki/Kyoto\\_protocol](http://en.wikipedia.org/wiki/Kyoto_protocol)

prosent av verdens totale utslipp. For USA er taket satt til 36,1 %, og til sammenlikning er EU-taket satt til 31,7 %.

Kyoto-protokollen omhandler kun seks drivhusgasser (GHG).<sup>20</sup>

<b>Karbondioksid (CO<sub>2</sub>)</b>	Karbondioksid dannes blant annet gjennom forbrenning av brensel og andre materialer, vulkansk aktivitet og dyr og menneskers åndedrett. CO <sub>2</sub> fjernes fra atmosfæren ved hjelp av fotosyntesen og at det blir absorbert av havet.
<b>Metan (CH<sub>4</sub>)</b>	Metan er en gass som holder godt på varme, og forekommer blant annet i rismarker, sumper, fordøyelsesprosessen til dyr og forråtnelse av organisk materiale
<b>Lystgass (N<sub>2</sub>O)</b>	Lystgass finnes opprinnelig både i jordsmonn og hav. Menneskeskapte aktiviteter som nylonproduksjon og forbrenning av fossile brennstoff bidrar i stor grad til økte mengder lystgass i atmosfæren.
<b>Hydrofluorkarboner (HFCs) &amp; Perfluorkarboner (PFCs)</b>	Halokarboner, som er en samlebetegnelse på HFCs og PFCs, er menneskeproduserte kjemiske sammensetninger. Halokarbonene har en sterkt ødeleggende effekt på ozonlaget, noe som er regulert under Montreal-protokollen. Da de også er drivhusfremmende, er de også tatt for seg i Kyoto-protokollen.
<b>Svovelheksafluorid (SF<sub>6</sub>)</b>	Svovelheksafluorid forekommer i hovedsak i elektrisitetsproduksjon.

Tabell 2 - Drivhusgasser

Det finnes ytterligere ca 25 gasser som har en drivhuseffekt på klimaet, men det er kun de seks over som er av signifikant utslippsstørrelse og derfor kan og bør reguleres.

#### 4.4 CO<sub>2</sub>-ekvivalenter

Når det er snakk om klimaspørsmål, er det standardisert at en kvote tilsvarer en rett til å slippe ut ett tonn CO<sub>2</sub>. For å kunne sammenlikne mengde CO<sub>2</sub> med de fem øvrige drivhusgassene omfattet av Kyoto-protokollen, har en også definert et forholdstall mellom stoffene som omtales som CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (CO<sub>2</sub>-ekv.). Måleenheten er basert på den relative oppvarmingseffekten utslipp av stoffet har i forhold til CO<sub>2</sub>, og er gitt ved måleenheten Global Warming Potential (GWP). GWP for drivhusgasser er i Kyoto-protokollen regulert på en antatt effekt på global oppvarming i et 100 års perspektiv<sup>19</sup>.

<sup>20</sup> International Emission Trading Association (IETA 2008)  
<http://www.ieta.org/ieta/www/pages/index.php?IdSitePage=122>

CO <sub>2</sub>	GWP lik 1
CH <sub>4</sub>	GWP på 21
N <sub>2</sub> O	GWP på 310
HFCs & PFCs	GWP fra 140 til 11.700
SF <sub>6</sub>	GWP på 23,90

Tabell 3 - Drivhusgassene kan sammenliknes ved en felles Global Warming Potential (GWP) standard

For eksempel vil utslipp av 1 tonn CH<sub>4</sub> ha en 21 ganger så stor effekt på global oppvarming som 1 tonn CO<sub>2</sub> i løpet av 100 år. Merk at gassene kan ha forskjellige levetider i atmosfæren, og hver enkelts effekt vil derfor kunne variere stort med hensyn på måleperioden.

#### 4.5 Handel med CO<sub>2</sub>-kvoter

I kjølevannet av Kyoto protokollen har det blitt formet både nasjonale og internasjonale kvotehandelsprogrammer. Disse er formet for å fordele kvotene mellom ulike produsenter i ulike sektorer forbundet med karbonutslipp. Samtidig er markedet åpent for frivillige aktører og investorer, noe som bidrar til økt likviditet i markedet. For karbonhandel er European Union Emission Trading Scheme (EU - ETS) den største. For å allokere penger til å finansiere utslippskutt, er det i Kyoto-protokollen definert tre ulike mekanismer for å sertifisere kvoter:<sup>21</sup>

- **Clean Development Mechanism (CDM).**

Innebærer at i-land med utslippsforpliktelser kan samarbeide med u-land uten forpliktelser, om prosjekter som bidrar til bærekraftig utvikling og reduserte utslipp i u-landet. I-landet kjøper certified emission reductions (CERs) i u-landet.

- **Joint Implementation, (JI).**

Et i-land med store kostnader forbundet med utslippsreduksjon kan investere i utslippsreduserende prosjekter i andre i-land der det koster mindre å redusere klimagassutslipp. Kvotene oppfylles gjennom såkalte emission reductions units (ERUs).

- **Emissions trading – Internasjonal kvotehandel.**

Innebærer at land med kvoteforpliktelser kan handle kvoter seg imellom. Landene blir enige om en form for salgbare utslippstillatelser, som eksempelvis CERs og

<sup>21</sup> "Kvoter i Grønn Gråson", Ingrid Bjørklund og Gøran Skaalmo, Dagens Næringsliv (16.03.2008)

ERUs. EU har hatt et internt marked for kvotehandel siden 2005 som omfatter deler av CO<sub>2</sub>-utslippene gjennom såkalte EU allowances (EUAs).

#### **4.6 Fordeling av kvoter**

Det er opp til myndighetene i hvert av de 36 industrilandene som har bundet seg til Kyoto-protokollen hvordan de skal oppnå reduksjonsforpliktelsen. Således kan de selv velge kvotefordelingspolitikk for sin respektive stat. Enten kan en dele ut kvoter gratis til landets industribedrifter, eller så kan en auksjonere dem bort. I følge Hagem (2007) ved SSB har norske myndigheter tatt hensyn til flere faktorer ved utdeling av gratiskvoter. Blant annet er det ønskelig å begrense faren for nedleggelse og utflytting. Med innføringen av kvoteplikt for deler av den landsdekkende industrien i Norge, ble CO<sub>2</sub>-avgiften avvirket. Det har ført til at enkelte bransjer kommer svært godt ut av omleggingen. Fellesnevneren for disse er at de mottar en mengde gratiskvoter, og det resterende nødvendige kvotekjøpet er langt billigere enn den opprinnelige avgiften. Andre bransjer kommer tilsvarende dårligere ut.

Petroleumsvirksomhet er på sin side både omfattet av kvoter og avgifter. Kvote markedet baserer prisingen av kvotene på fordelingspolitikken til myndighetene. Således vil et politikkskifte kunne endre markedets forventinger og igjen føre til prisendringer.

Andre implikasjoner ved kvotehandel er kompleksiteten; evnen til å kontrollere utslippene og ulikhetene innen håndhevingen mellom de forskjellige handelsprogrammene.

#### **4.7 Prising av kvoter**

Som nevnt i avsnittet 4.5, finnes det flere typer karbonkvoter. På europeiske kvotebørser handles det i hovedsak i EU Allowances (EUA) og Certified Emission Reduction units (CER). Markedet behandler imidlertid ikke de to kvotetyperne som identiske varer, og følgelig priser dem ulikt. CER tenderer til å ligge noe under EUA i pris. Alvar B. de Wolff (2006)<sup>22</sup> hevder at prisen på CER aldri vil komme i nærheten av EUA, og forklarer årsaken til denne spredningen med at CER kan utstedes før prosjektet er godkjent av CDM Executive Board. I boken

---

<sup>22</sup> Arbitrage opportunities between EU Emission Allowances and Certified Emission Reductions, Alvar B. de Wolff (2006)

Commodity Derivatives hevder Neil Schofield (2007) å forklare prisspredningen mellom EUAer og CERer ved hjelp av følgende to faktorer<sup>23</sup>:

- Leveringsrisiko: Når et CDM-prosjekt blir godkjent, blir en mengde CERer godkjent for salg hvert år til ferdigstillelse. Om gjennomføringen av prosjektet misslykkes, vil også verdien på CERene bortfalle.
- Andelstak: Et annex B-land (i-land) med utslippsrestriksjoner gitt fra Kyoto-protokollen har et tak på hvor mye av utslippsreduksjonen som kan dekkes inn ved hjelp av CERer. I Storbritannia er denne grensen satt til 10 %.

En tommelfingerregel sier at CER prises til 75-90 % av en EUA<sup>24</sup>.

#### 4.8 Norges klimapolitikk:

Norge ønsker å være et foregangsland innen utslippsreduksjon, og har visjoner om å bli et nullutslippsamfunn på lang sikt. Norges egendefinerte klimamål er mer ambisiøst enn Kyoto-protokollen, og regjeringen ønsker å synliggjøre hvordan norske årlige utslipp innen 2030<sup>25</sup> (opprinnelig 2050) kan reduseres med mellom 50 og 80 prosent, i forhold til Kyoto-forpliktelsene i perioden 2008-12.<sup>26</sup> I denne perioden har Norge tillatelse til å slippe ut 1 % mer enn de totale utslipp i 1990. Det tilsvarer et maksimalt utslipp på 50 millioner tonn CO<sub>2</sub> ekvivalenter (MtCO<sub>2</sub>-ekv.) per år før utgangen 2012, for så å få utslippet ned til 15-25 MtCO<sub>2</sub>-ekv. innen 2030. Et utvalg i regi av miljødepartementet har kommet frem til hvilke tiltak Norge må gjøre opp mot 2050 for å oppnå den ønskede reduksjonen. Blant tiltakene, er det laget to grunntiltak om henholdsvis "å iverksette en langsiktig nasjonal innsats for klimainformasjon", og "å satse på klimavennlige teknologier"<sup>26</sup>. Resten av tiltakene er mer spesifikke, og er rettet mot de sektorer i samfunnet som har størst påvirkning på klimaet.

#### 4.9 Påvirker CO<sub>2</sub>-kvoteprisen kraftprisen? Og i så fall hvordan?

Som vist i kapittel 3 under avsnittet om faktorer bak kraftprisen, fører økt etterspørsel etter elektrisitet til aktivisering av dyrere produksjonsmetoder. Videre er det de dyreste

---

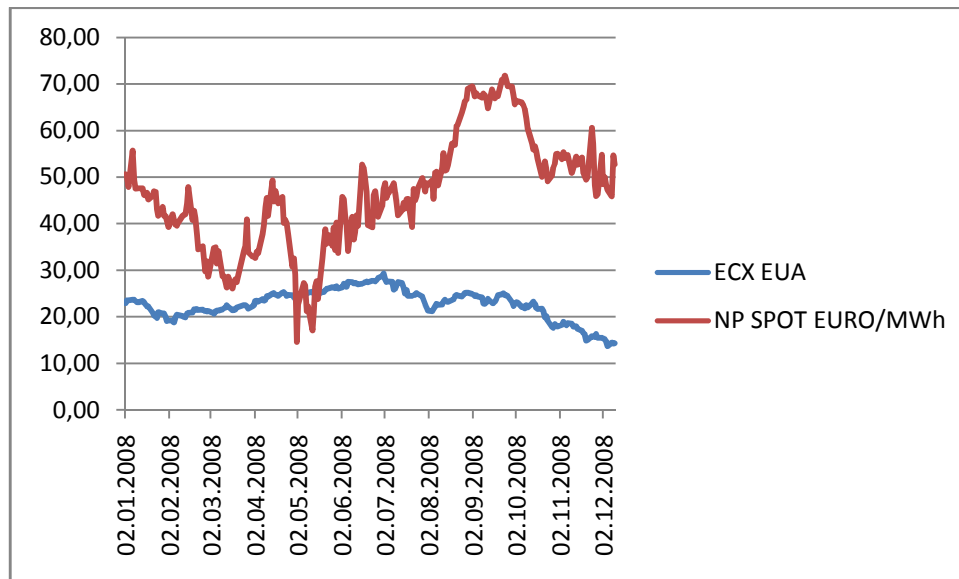
<sup>23</sup> Neil Schofield (2007), Commodity Derivatives, <http://books.google.com/books?id=QFfsjCLD740C&pg=PA256&dq=eua+cer+more+expensive&hl=no>

<sup>24</sup> Neil Schofield (2007), Commodity Derivatives, <http://books.google.com/books?id=QFfsjCLD740C&pg=PA256&dq=eua+cer+more+expensive&hl=no>

<sup>25</sup> New York Times, 23.09.2008, <http://www.nytimes.com/2008/03/22/world/europe/22norway.html>

<sup>26</sup> Miljødepartementet, 19.09.2008, <http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/dok/NOU-er/2006/NOU-2006-18/11.html?id=392448>

kraftproduksjonsmetodene i Norge som forurenses mest. Da CO<sub>2</sub>-kvoter er en del av innsatsfaktorene til forurensende produsenter, medfører det at de etterspør mer kvoter etter hvert som produksjonen og utslippene øker. Høy kraftpris leder derfor til økt etterspørsel etter kvoter. Er det på bakgrunn av dette resonnementet grunn til å tro at kraftprisen påvirker kvoteprisen i nevneverdig grad, og vice versa?



Figur 6 - EUA-kvotepris<sup>27</sup> og Nordpools<sup>28</sup> spot strømpris i 2008

Figur 6 viser utviklingen i nordisk kraftpris i 2008, og utviklingen til kvoteprisen for EUA-kvoter for tilsvarende epoke. Som en ser av grafen over, er kraftprisen langt mer volatil enn prisen på EUA CO<sub>2</sub>-kvoter. Det skal legges til at kraftprisene for 2008 skiller seg ut fra de historiske prisene for de siste åtte årene (unntatt 2006) med hensyn til sesongvariasjon og volatilitet. I mangel på observerbar samvariasjon er det rimelig å tro at kvoteprisen alene ikke avgjør prisen på elektrisitet, snarere heller at den har en beskjeden påvirkning på kraftprisen. En analyse utført av Torstein Bye (2005) argumenterer han for at kraftprisen er bestemt av komplekse underliggende forhold, og at det ikke eksisterer noen enkel sammenheng mellom kvotepriser og kraftpriser på kort sikt<sup>29</sup>. Dette stemmer godt overens med observasjonene over, og det er det trolig at kraftprisen bestemmes av flere underliggende forhold, som primære energipriser, sesongvariasjoner, kapasiteter, transmisjonsforhold og tilsig i vannreservene.

<sup>27</sup> European Climate Exchange (2008), [http://www.europeanclimateexchange.com/default\\_flash.asp](http://www.europeanclimateexchange.com/default_flash.asp)

<sup>28</sup> Nordpool, 11.12.2008, [www.nordpool.com](http://www.nordpool.com)

<sup>29</sup> "Betyr kvotemarkedet noe for kraftprisene?" Torstein Bye (2005), [www.ssb.no](http://www.ssb.no)



## 5 Virkemidler for å stimulere kraftproduksjon

### 5.1 Politiske virkemidler

Det finnes mange mulige økonomiske virkemidler i den politiske verktøykassen for å påvirke omsetning av energi. Fellesnevneren ved disse er at de endrer tilpassningen mellom tilbud og etterspørsel. Myndighetens rolle er enten ved direkte inntreden i markedet i form av subsidier eller skatter, eller ved å overvåke og kontrollere markedet. RECS, en frivillig sertifikatordning som blir beskrevet i kapittel 5.3, er et unntak, da det ikke er et politisk virkemiddel, men en selvkontrollerende frivillig standard. Virkemidlene vil kunne ha forskjellig effekt på markeder med ulik energimiks. Setter en de samme premisene for flere stater, og åpner markedene for handel med både elektrisitet og opprinnelsesgarantier, vil geografiske prisforskjeller utjevnes og strømkonsumentene vil i større grad kunne premiere klimavennlige aktører gjennom leverandørbytte. I dette kapitlet vil ulike typer sertifikater bli belyst, både med en teoretisk og en praktisk innfallsvinkel. Dessuten blir EUs energipolitiske ambisjoner beskrevet i avsnittet om fornybarhetsdirektivet.

#### 5.1.1 Subsidier

Subsidier til enkelte sektorer eller bransjer er et utbredt politisk virkemiddel for å redusere negative eksternaliteter. Favoriseringen kan både være i direkte og indirekte form, og kan for eksempel være pengetilskudd, ressursrett til unormalt gunstig pris, skattelette eller handelsrestriksjoner. Argumentet for slik politikk har vært å skape eller opprettholde et komparativt fortrinn. (Definert ved at en aktør produserer et gode relativt mer effektivt enn en annen.)

##### 5.1.1.1 Direkte og indirekte subsidiering

Den mest direkte formen for subsidie er når en part får overført en sum penger for å handle i tråd med politikernes ønsker. Et eksempel på en direkte subsidie i energisektoren kan være subsidie ved kjøp av miljøvennlig sentralvarmeteknologi. I 2003 lovte norske myndigheter å refundere en viss andel av investeringen, hvis husholdninger investerte i et nytt og mer miljøvennlig sentralvarmesystem, som varmpumpe eller pelletsovn<sup>30</sup>. Hvis en derimot

---

<sup>30</sup> Olje- og Energidepartementet (2008). Kraftsituasjonen – spørsmål og svar, <http://www.regjeringen.no/nb/dep/oed/Ryddemappe/oed/norsk/nettmote/Kraftsituasjonen-sporsmal-og-svar.html?id=413653>

legger en skatt på en vare, kan det implisitt virke som en subsidie av en annen konkurrerende vare. Dette kalles indirekte subsidier, og toll og handelsrestriksjoner er et godt eksempel på dette fenomenet.

#### **5.1.1.2 Etterspørselskorrigerende subsidier**

Det er også mulig å påvirke etterspørselskurven ved subsidier. Hvis en for eksempel subsidierer strømeffektiviserende produkter, vil en konsumere mindre strøm, og således vil etterspørselskurven bevege seg til et lavere nivå. Med konstant tilbud, vil dette redusere prisene på elektrisitet.

#### **5.1.2 Feed-in tariffer <sup>31</sup>**

Feed-in tariffer (FIT) er en mekanisme som gjennom lovgivning gir leverandører en fordelaktig fast pris over lengre perioder, samt sikret tilgang til strømmettet. Målet er å gjøre investeringer i fornybar energi mer attraktiv gjennom større sikkerhet og lønnsomhet. Mekanismen er spesielt attraktiv for utbygging av mikrokraftverk, som for eksempel en vindmølle, ved at den reduserer produsentens risikoeksponering mot variasjoner i pris og etterspørsel. Ved å gi enkelte aktører tilgang til ressurser under markedspris, vil markedsprisen for alle andre konsumenter tilpasse seg på et høyere nivå. Denne utredningen vil ikke gå videre inn på bruk av denne form for subsidie, selv om det i energisammenheng er et mye brukt virkemiddel, for eksempel i Tyskland.

## **5.2 Frivillige sertifikater**

European Energy Certificate System (EECS) har anerkjent fire grunnleggende standarder for sertifikater; EECS Disclosure Certificates, CHP-GoO Certificates, Renewable Energy Certificate System (RECS) og Guarantee of Origin Renewable Energy Source - Electricity (GoO RES-E).<sup>32</sup>

CHP-GoO sertifikater er opprinnelsesgarantier som tildeles kraftprodusenter som utnytter overskuddsvarmen ved strømproduksjonen (Combined Heat and Power).

RECS og GoO RES-E er sertifikater som kun rettes mot fornybar energi. I Norge tilsvarer en RECS en GoO RES- E og omvendt. En opprinnelsesgaranti på fornybar kraft utstedt av

---

<sup>31</sup> Stern Review– Part IV (30.10.2006) <http://www.occ.gov.uk/activities/stern.htm>

<sup>32</sup> Association of Issuing Bodies (2008), [http://www.aib-net.org/portal/page/portal/AIB\\_HOME/AIB\\_ASS/EECS/CHAPTERS](http://www.aib-net.org/portal/page/portal/AIB_HOME/AIB_ASS/EECS/CHAPTERS)

Statnett bærer både en RECS logo og en GoO logo. Selv om de i praksis er helt like, er det eneste som skiller dem at RECS opprinnelig er en frivillig sertifikatordning som ble dannet på eget initiativ av aktører i elektrisitetsmarkedet, mens GoO RES-E er utviklet av EU gjennom fornybarhetsdirektivet. RECS er nå definert som et EECS sertifikat<sup>33</sup>.

Den mest generelle formen for sertifikater er EECS Disclosure Sertifikater, da de ikke er forbeholdt noen bestemt produksjonsmetode og kan således omfatte alt fra kjernekraft til strøm produsert med fossilt brensel. På den måten vil alle produksjonsmetoder få en tilhørende pris, og konsumenter vil kunne rangere kraftaktører i begge ender av miljøvennlighetskalaen. Slike sertifikater brukes til varedeklarasjoner på samme måte som GoO RES-E, bare at de ikke er forbeholdt fornybar energi.

De fire sertifikattypene presentert over danner et system for godkjenning av kraftproduksjon samt utstedelse, handel og innløsning av sertifikater knyttet til en gitt produksjonsmetode. Elektrisiteten vil fremdeles omsettes gjennom etablerte markeder, mens sertifikatomsetningen ikke følger fysisk leveranse, og handles i egne markeder som illustrert i kapittel 3. Handelen med sertifikater overvåkes av Association of Issuing Bodies (AIB)<sup>34</sup>. Sertifikatene forteller kunden om hvor, når og hvordan strøm har blitt produsert, og så sant kunden verdsetter attributtene sertifikatene garanterer, vil sertifikatene bidra til å gjøre en gitt strømproduksjon mer lønnsom. Sertifikatene omsettes internasjonalt i et åpent europeisk marked, der betingelsene for utstedelse av sertifikatene er harmonisert. En konsument i et europeisk land vil kunne kjøpe sertifikater i et annet land, og dermed indirekte benytte fornybar energi selv om forbruket av elektrisitet skjer på vanlig måte.

Et sertifikat representerer én MWh (megawatttime = 1000 kWh) produsert energi. Dette sertifikatet kan omsettes for så å innløses og brukes som dokumentasjon til forbrukere av for eksempel fornybar energi. Med *disclosure* menes den prosessen hvor en strømtilbyder informerer en konsument om kraftens kilde. Opprinnelsesinformasjonen som GoO RES-E og ulike typer disclosure-sertifikater garanterer, presenteres ofte i en standardisert varedeklarasjonsmodell. I Norge har EBL utviklet en slik modell, beskrevet i kapittel 3.

<sup>33</sup> Association of Issuing Bodies (2009) [http://www.aib-net.org/portal/page/portal/AIB\\_HOME/AIB\\_ASS/EECS/CHAPTERS/EECS%20PRO%20-%20Chapter%202%20-%20RECS%20-%20Release%206.pdf](http://www.aib-net.org/portal/page/portal/AIB_HOME/AIB_ASS/EECS/CHAPTERS/EECS%20PRO%20-%20Chapter%202%20-%20RECS%20-%20Release%206.pdf)

<sup>34</sup> Association of Issuing Bodies ([www.aib-net.org](http://www.aib-net.org)). Delegert overvåkingsansvar i Norge til Statnett. Se GoO RES-E and RECS Domain Protocol for Norway

Det at flere norske selskap garanterer kraftens opprinnelse ved hjelp av opprinnelsesgarantier, kan sammenliknes med miljømerking. Et miljømerke fungerer som en egendeklarasjon for å vise at en tilpasser driften etter en rekke miljøkrav. Norges mest kjente miljømerke er Svanen<sup>35</sup>. Enkelte miljømerker har på sin side krav om at hele, eller en andel av strømleveransen opprinnelsesgaranteres.

### **5.3 Pliktige El-sertifikater<sup>36</sup>**

Pliktige el-sertifikater er en form for opprinnelsesgarantier som utstedes av strømprodusenter som tilfredsstiller gitte krav. Strømleverandørene i det respektive landet er pålagt å kjøpe en gitt andel el-sertifikater basert på mengden strøm levert. Hvis en strømleverandør ikke kan vise til en varedeklarasjon med en tilstrekkelig andel el-sertifikater, er leverandøren gjenstand for sanksjoner. Sverige innførte i 2003 et slikt system. Poenget var å innføre et markedsbasert støttesystem for utbygging av strømproduksjon fra fornybare energikilder og torv. Målet er å øke strømproduksjonen fra disse energikildene med 17 TWh fra 2002-nivå frem til 2016. Systemet skal bidra til at Sverige får et "mer økologisk holdbart energisystem"<sup>36</sup>. For eldre kraftverk som er kommersielt selvbærende, eksisterer det en tidsbegrensning i retten til å få tildelt el-sertifikater, i henhold til målsetningen om økt utbygging. Kraftverk som ble tatt i drift etter innføringen av systemet har rett til å få tildelt el-sertifikater i 15 år, dog ikke lenger enn til utgangen av år 2030. Kraftverk satt i drift før 1. mai 2003 får tildelt el-sertifikater til 2012.

### **5.4 Opprinnelsesgarantier og strømmarkedet**

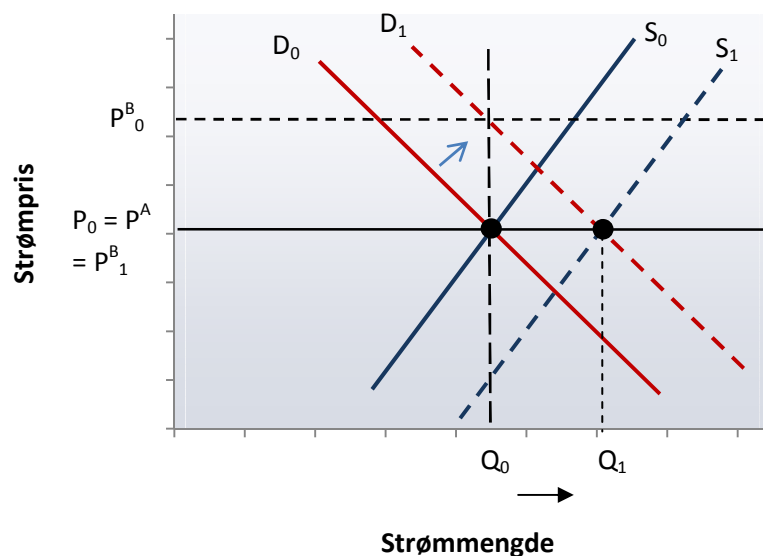
Det er naturlig å anta at en garanti for fornybar energi er noe konsumentene, eller en gruppe av befolkningen, verdsetter og således er villige til å betale mer for. I henhold til Accentures undersøkelse omfatter denne gruppen 68 % av befolkningen. I økonomiske termer vil derfor konsumentene anse opprinnelsesgarantiprisen som mer enn en skatt, da den samtidig gir konsumentene en merverdi. Til forskjell fra de fleste andre subsidieordninger, er frivillige sertifikater basert på selvregulering i markedet. Det betyr at myndighetene kan oppnå ønsket tilpasning, uten direkte involvering. Figuren under viser tilbud ( $S_0$ ) og etterspørsel

---

<sup>35</sup> Nordisk Ministerråd (oktober 2008) <http://www.norden.org/webb/news/news.asp?lang=3&id=8127> s

<sup>36</sup> Energimyndigheten Sverige (2008), <http://www.energimyndigheten.se/sv/foretag/Elcertifikat/Om-elcertifikatsystemet/>

( $D_0$ ) etter strøm, produsert fra både fornybare og ikke-fornybare kraftverk i et lukket marked. Kraftmarkedet befinner seg i en likevekt, gitt ved mengde lik  $Q_0$  og pris lik  $P_0$ . Så blir det introdusert opprinnelsesgarantier for andelen fornybar strøm. Strømleverandører vil da kunne tilby ikke- spesifisert strøm til pris  $P^A$  til dem som ønsker det, og opprinnelsesgarantert strøm til den klimasensitive gruppen, til pris  $P^{B_0}$ . Det faktum at en gruppe er villig til å betale mer for kraften fører til at den aggregerte etterspørselskurven skifter utover (merbetalingsvilje). Differansen mellom  $P^{B_0}$  og  $P^A$  er prisen på opprinnelsesgarantien. Kvantumet strøm konsumert vil på kort sikt ikke endre seg, da installert kapasitet i markedet er fast. Verdien på sertifikatet vil kanaliseres fra konsument til produsent, og således vil det bli økt lønnsomhet for produsenter av fornybar energi. På sikt vil dermed tilbudet av fornybar kraftproduksjon øke, illustrert ved et skift i den aggregerte tilbudskurven til  $S_1$ . En ny likevekt vil oppstå, med tilpasningen  $Q_1$  og  $P^{B_1}$ , med økt kvantum og redusert pris.



Figur 7 - Tilbud og etterspørsel av kraft for konsumenter med og uten merbetalingsvilje i en lukket økonomi

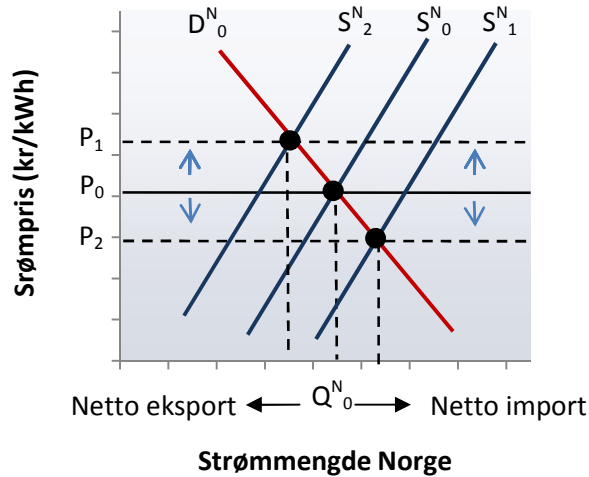
Hvor stort skiftet i tilbudskurven vil være, vil komme an på flere faktorer, som for eksempel tilgang på fornybare ressurser som vann- og vindtilgang. Det er dermed ikke gitt at den nye tilpasningen ( $Q_1, P^{B_1}$ ), vil ende på samme strømpris som den opprinnelige situasjonen. Merk at også  $P^{B_1}$  inneholder en sertifikatpris, og prisen  $P^{A_1}$  vil dermed ha sunket relativt til den opprinnelige likevekten. Det skal legges til at også sertifikatprisen kan endres på sikt, som

følge av endringer i andelen av befolkningen med interesse for fornybar energi, og merbetalingsviljen for fornybar energi.

Hva skjer da når en inkluderer det faktum at opprinnelsesgarantier er en europeisk standard som kan handles på tvers av landegrenser? Med en sterkt økende eksport av opprinnelsesgarantier (se tabell 4), som tilsvarte 26 TWh i 2007, er det tydelig at resten av Europa har fattet interesse for opprinnelsesgarantier. Den økte interessen presser prisene på opprinnelsesgarantier oppover, og fornybar kraftproduksjon i hele Europa blir mer lønnsom, som på sikt flytter det aggregerte tilbudet til et høyere nivå. Samtidig medfører den ene konsumentgruppens økte betalingsvilje for elektrisitet et skift i den aggregerte etterspørselen til et høyere nivå.

Ser en kraftmarkedet i Europa under ett, er det rimelig å anta at Norge er tilnærmet en prisfast kvantumstilpasser i et åpent marked. Det vil si at hvis prisnivået i Norge stiger, vil kraft flyte inn i landet, import, og tilsvarende ut hvis prisnivået synker under utlandets pris, eksport. Det er derfor utlandet som setter prisnivået. Hvis etterspørselsskiftet som nevnt i forrige avsnitt var gjeldende for utlandet, vil kraftprisene øke, og avhengig av hvor mye kapasitet det er i markedet vil en få en ny likevekt mellom tilbud og etterspørsel av strømpris og -kvantum.

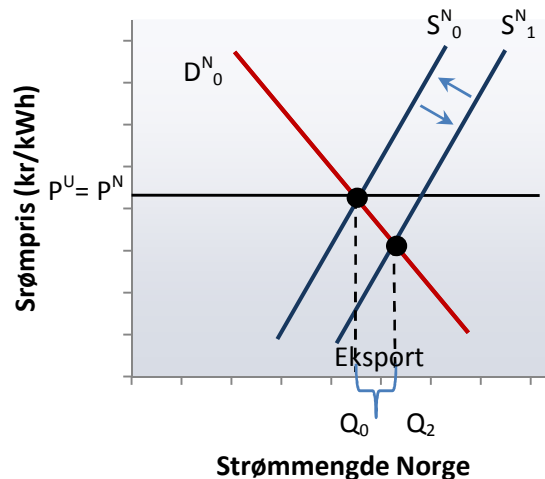
Under er det skissert opp en graf som illustrerer Norges rolle som prisfast kvantumstilpasser. Ved igjen å ta for seg en aggregert økning i merbetalingsvilje i utlandet, vil prisen på elektrisitet øke fra  $P_0$  til  $P_1$ . I Norge vil da kraftprisen ( $P^{N_0}$ ) være lavere enn i utlandet ( $P_1$ ), og naturlig nok selger en kraften til høyest mulig pris, og Norge vil eksportere kraft. Dette vil foregå helt til krafttilbudet i Norge er så lite at konsumentene er villige til å betale samme pris som utlandet. Tilbudskurven vil da bevege seg fra sin opprinnelige posisjon  $S^{N_0}$  tilbake til  $S^{N_2}$ . Tilsvarende vil en redusert pris i utlandet, føre til kunstig høy pris i Norge, og en vil få en netto import av strøm.



Figur 8 - Norge som kvantumstilpasser og pristaker, illustrert ved en etterspørselsendring i utlandet

Økte sertifikatpriser vil gi økt kapitaltilførsel til produsenter av fornybar energi, og det vil bli mer lukrativt å bygge ut mer fornybar energi. Da sertifikatprisen er den samme i hele Europa, blir også lønnsomhetsøkningen unison i Europa. Det som imidlertid også er med på å avgjøre hvor den grønne energien blir bygget ut, vil være tilgangen på fornybare ressurser. Eksempler på dette kan være store forekomster av fosser, geotermisk varme eller vind. Ikke overraskende er Norge rikt på slike ressurser. Ta for eksempel vindkraft. Langs med norskekysten og i mesteparten av Midt-Norge er det svært stor tilgang på vind (over 7,5 meter per sekund 45-50 meter over bakken)<sup>37</sup>, som en av få steder i Europa. Dette gir et fortrinn i utbyggingen av ny vindkraft. Kompetanse om kraftverkkonstruksjon er en mer mobil, men ikke desto mindre viktig faktor for utbygging. Grafen under illustrerer hvordan økt fornybar produksjon i Norge oppveies av økt eksport, da prisnivået settes av utlandet, gitt at mengdeøkningen ikke medfører nye tilpasninger i utlandets pris.

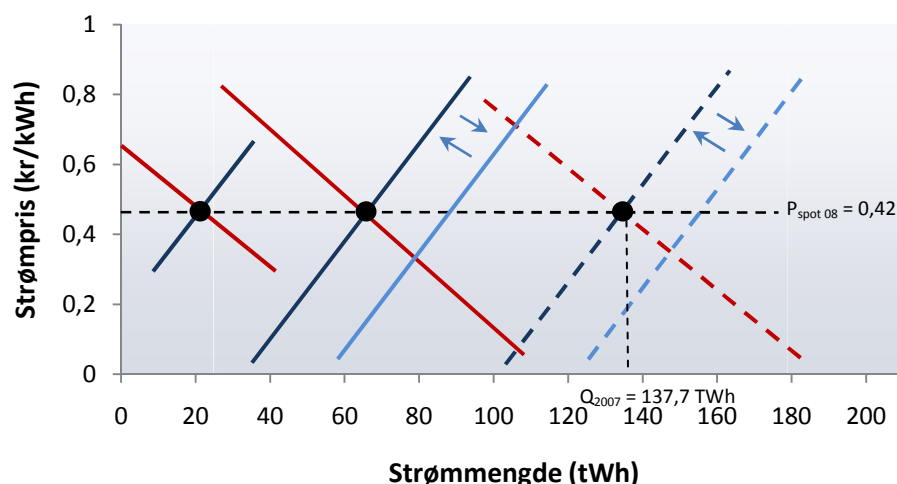
<sup>37</sup> Guided Tour on Wind Energy (2002) side 67-68, <http://www.heliosat3.de/e-learning/wind-energy/windpowr.pdf>



Figur 9 - Kapitalallokering til norske kraftprodusenter som følge av salg av GoOer, vil føre til økt fornybar kraftproduksjon. Prisen blir satt av utlandet, og tilbudsøkningen vil oppveies av økt eksport

Figur 10 viser virkningene opprinnelsesgarantihandel har for Norge, forklart ved ikke-fornybar, fornybar og aggregert tilbuds- og etterspørselsnivå. De stiplede grafene illustrerer aggregert tilbud og etterspørsel, det vil si summen av ikke-fornybar og fornybar kraftproduksjon. Som forklart tidligere fører den økende europeiske etterspørselen til utbygging av fornybar energi. Gitt at utbygging finner sted i Norge, kan det illustreres ved et skift utover i tilbudskurven, illustrert ved skift i den midterste heltrukket grafen. Sertifikatprisøkningen har relativt sett motsatt virkning på ikke-fornybar kraft, ved at det blir relativt mindre lønnsomt å produsere forurensende kraft. Men, gitt at det ikke forekommer endringer i råvareprisene på fossile kraftverk, vil produksjonsfunksjonen til slike kraftverk ikke påvirkes av sertifikathandelen. Da Norge er pristaker og kvantumstilpasser vil etterspørselen forbli uendret, og følgelig vil likevekten til forurensende kraftproduksjon isolert sett stå på stedet hvil. Størrelsesforholdet mellom ikke-fornybar og fornybar vil derimot øke, som følge av sistnevntes utbygging. Den aggregerte tilbudskurven vil også bevege seg utover, da økningen i fornybar energitilbud antas å være mer betydelig enn reduksjonen i ikke-fornybar, i et land som Norge med 99 % fornybar kraftproduksjon. Prisen er som tidligere bestemt av prisnivået i utlandet, og det økte tilbudet vil føre til eksport til utlandet inntil prisdifferansen er eliminert, og de nasjonale tilbudskurvene vil gå tilbake til i likevekt. Den aggregerte etterspørselen vil ikke endres som følge av kraftutbyggingen, da kvantumsøkningen i sin helhet blir motvirket av eksport. Det antas at etterspørselssjokk ikke vil forekomme.





Figur 10 - Endring i norsk krafttilbud som følge av økt utbygging av fornybar energiproduksjon

Kraftmarkedets reaksjon på sertifikatpolitikken vil avhenge av elastisiteten til tilbud og etterspørsel av grønn energi og den nåværende energimiksen. I kapittelet om innføring i elektrisitetmarkedet blir det gitt et stilisert eksempel på hvordan elektrisitetmarkedet fungerer. Blant annet forklares det hvordan marginalkostnaden til den dyreste og dermed også siste produksjonsmetoden avgjør strømprisen på kort sikt. I situasjoner med maksimal produksjon vil prisene kun øke uten at mengden øker. Dette vil også kunne forekomme i eksemplene skissert over, i form av uelastiske tilbudskurver ved høyt kvantum. Kvantum vil da ikke skifte ved økt etterspørsel, men prisen vil øke helt til folk ikke er villige til å konsumere mer strøm.

Merk at eksemplene illustrert over er forenklede i forhold til virkeligheten. Selv med et stadig forbedret strømnett, vil det kunne oppstå beskrankninger både internt og ut fra Norge, noe som fører til geografiske ulikheter i pris.

Det skal legges til eksemplene også kan være gjeldene for andre typer sertifikater enn for fornybar energi som forklart i resonnementene over (GoO RES-E og RECS), som for eksempel disclosure-sertifikater for kjernekraft. Ved å ta for seg slike sertifikater vil nok utslagene være større og mer interessante for land med egen kjernekraftproduksjon, og samtidig er åpne for videre ekspansjon.

## 5.5 Verdikjede

Verdikjeden til et sertifikat eller en opprinnelsesgaranti består i utstedelse, handel og endelig innløsning når sertifikatet konsumeres. Før utstedelse av sertifikatet må kraftstasjonen godkjennes av et godkjent sertifiseringsorgan. Etter godkjennelse kan sertifikater utstedes basert på faktisk produksjon. Sertifikatene kan så omsettes inntil en forbruker velger å innløse. Ved innløsning trekkes sertifikatet ut av omsetningsmarkedet og kan da benyttes som dokumentasjon for myndigheter eller i markedsføring (som bevis på forbruk av for eksempel fornybar energi). Hvis sertifikatet ikke blir solgt, får ikke kraftprodusenten av fornybar energi tilskudd i form av sertifikatprisen. I henhold til forskrifter fra AIB, er levetiden på et sertifikat av typen GoO fem år. Samtidig har NVE, som operatør av norsk sertifikathandel, erklært at sertifikater som benyttes til norsk varedeklarasjon, må være fra samme år<sup>38</sup>. Dette impliserer at et sertifikat i Norge vil ha liten verdi i årene etter utstedelse. I Europa derimot kan reglene være ulike, og det omsettes fortsatt eldre sertifikater. Norge eksporterte i 2007 sertifikater fra både 2005 og 2006, men til en langt lavere pris enn for inneværende års sertifikater.

## 5.6 Norges sertifikatbeholdning

Som nevnt i kapittel 3 i avsnittet om varedeklarasjon, er det NVE som er utpekt som sertifiseringsorgan i Norge. Statnett opererer registeret med betegnelsen Central Monitoring Office (CMO). AIB har det overordnede ansvaret for CMOer i 16 EU- og 3 EØS-land. Grexel Systems er CMO for Sverige og Finland.<sup>39</sup>

Tabellen under viser en oversikt over antall utstedte og handlede GoO RES-E i Norge.<sup>40</sup> Vær oppmerksom på at tallene er oppgitt i TWh, og ikke kWh, som de oftest betegnes med ved prising.

---

<sup>38</sup> Statnett v/ Ulf Møller, mail (desember 2008)

<sup>39</sup> Grexel Systems Ltd, 26. Nov 08, Kilde: <https://www.grexcmo.com/>

<sup>40</sup> Statnett v/ Ulf Møller (desember 2008)

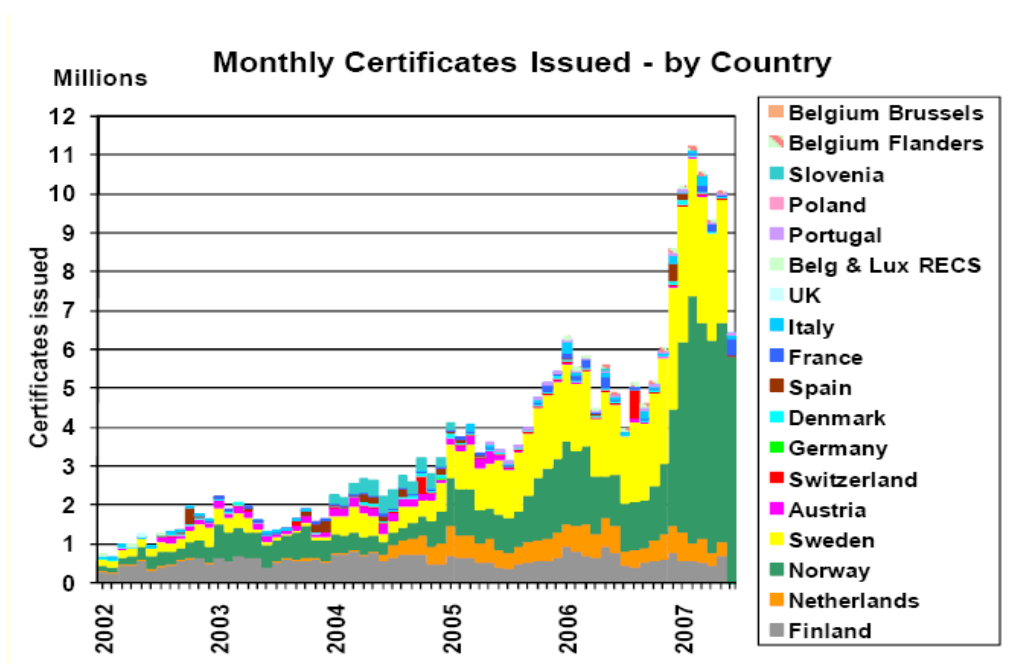
År/TWh	2004	2005	2006	2007
Utstedte	5,60	14,50	19,70	81,00
Innløste	1,20	1,80	2,50	27,00
Eksporterte	1,10	2,80	4,90	26,00

Tabell 4 - Norges sertifikatregnskap fra 2004-2007

De eksporterte opprinnelsesgarantiene gikk i hovedsak til Frankrike, Belgia, Østerrike, Nederland og Tyskland<sup>41</sup>. Ut fra tabellen ser en at både utstedelse, innløsning og eksport har økt drastisk de siste årene, spesielt fra 2006 til 2007. Selv om Norge er nettoeksportør, ble det også importert opprinnelsesgarantier fra Sverige og Finland, henholdsvis 455 603 og 947 378 stykk i 2008<sup>42</sup> (representert ved 1 kWh per stykk).

## 5.7 Europeisk sertifikathandel

Brorparten av alle GoO RES-E som blir utstedt i Europa kommer fra Norge og Sverige. Dette stemmer godt overens med den høye andelen fornybar energiproduksjon i Norden.



Figur 11 - Månedlig utstedte sertifikater per land fra 2002 til 2008. (Kilde: Statnett)

<sup>41</sup> NVE (01.12.08), [http://www.nve.no/modules/module\\_109/publisher\\_view\\_product.asp?iEntityId=11474](http://www.nve.no/modules/module_109/publisher_view_product.asp?iEntityId=11474)

<sup>42</sup> GrexCMO, januar 2009, <https://www.grexcmo.com/public/statistics/DomainExportReport.asp>

Siden 2000, da Statnett ble CMO for RECS i Norge, har innføringen av RECS og senere også GoO RES-E gitt en merverdi til norske fornybare kraftprodusenter på mer enn 500 millioner kroner.<sup>43</sup>

Prisene på opprinnelsesgarantier er i utgangspunktet kun kjent for aktørene i markedet. ICAP Energy publiserer imidlertid en ukentlig rapport som omhandler sertifikatpriser. Beregningene i denne oppgaven er delvis basert på disse dataene. ICAP Energy er en av verdens største aktører innen råvarehandel, og opererer blant annet som mellomledd i elektrisitetshandel mellom to parter, i et marked kun tilgjengelig for markedsaktørene.<sup>44</sup>

---

<sup>43</sup> Statnett, v/ Ulf Møller (mars 2008)

<sup>44</sup> ICAP Energy, desember 2008, <http://icapenergy.com/EU/default.aspx>

## 6 Holdning til kjernekraft

Helt siden den franske fysikeren Henri Becquerel i 1896 oppdaget radioaktivitet, har den allmenne holdningen til ulik bruk av kjernefysikk og radioaktive stoffer vært veldig variert. Ulykken i Chernobyl i 1986, radioaktivt avfall og atombomben har naturlig nok skapt negative assosiasjoner rundt kjernefysikk og radioaktive stoffer, mens oppfinnelser som røntgen og kontrollert energifremstilling ved spalting av radioaktive atomer trekker i motsatt retning. Per i dag står kjernekraft for mer enn 15 % av verdens elektrisitetsproduksjon og i overkant av 6,3 % av verdens totale energitilførsel.<sup>45</sup> Kjernekraft har i den senere tid fått økt oppslutning. Blant annet uttalte Barak Obama i en presidentkandidatdebatt 7. oktober 2008 at han er positiv til kjernekraft som en av komponentene i USAs energimiks.<sup>46</sup> Mye av grunnen til økt sympati for kjernekraft, kommer gjennom erkjennelsen at klimaforandringer og global oppvarming har blitt verdens største miljømessige utfordring<sup>47</sup>. Siden kjernekraft kan produsere store mengder strøm med lite eller ingen karbonutslipp, har dens omdømme bedret seg betraktelig. Ole Haugen fra EBL utaler at flere og flere realpolitikere i Europa har innsett at skal en nå 20-20-20-målene er en avhenging av kjernekraft.

Oppslutningen øker også i Norden, hvor Finland nylig har vedtatt å bygge verdens største kjernereaktor<sup>48</sup>. Finlands miljøvernminister, Paula Lehtomäki hevder at kjernekraft er valgt fordi det er en karbonnøytral produksjonsmetode, og deres analyser viser at uten en slik utbygging vil Finland umulig kunne nå klimaforpliktelsene vedtatt i Kyoto-protokollen. Hun påpeker samtidig at kjernekraft på mange måter er en problematisk måte å produsere energi på, da det etterlater seg radioaktivt avfall, men er likevel bedre enn kraftproduksjon fra fossile brennstoff. Et annet argument som blir trukket frem er at markedet finansierer kjernekraften uten hjelp av subsidier fra staten.

Kjernekraft er fortsatt ikke like stuert som fornybar energi. Radioaktivt avfall har uheldige miljømessige konsekvenser, og kan under visse omstendigheter benyttes til våpenproduksjon. Selv om kraftfremstillingen er tilnærmet karbonfri, så argumenterer

---

<sup>45</sup> Wikipedia, nuclear energy, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

<sup>46</sup> Youtube (2008), Barak Obama on nuclear energy, <http://www.youtube.com/watch?v=UJlnwVCA2eY>

<sup>47</sup> Nature Reports, Kurt Kleiner (2008), <http://www.nature.com/climate/2008/0810/full/climate.2008.99.html>

<sup>48</sup> Aftenposten Morgen, Sigurd Bjørnstad (08.12.2008)

kritikere for at det fortsatt slippes ut mye CO<sub>2</sub> i forbindelse med blant annet utvinning, raffinering og transport av uran, konstruksjon og riving av kraftverket, samt behandling av radioaktivt avfall. Forskere strides om hvorvidt kjernekraft slipper ut mer CO<sub>2</sub> i løpet av sin livssyklus, det vil si akkumulerte utslipp fra alle faser forbundet med kjernekraftproduksjon (utdypet i appendiks), enn fornybare alternativer som solsellepanel og vindmøller. Det alle enes om er at det finnes ingen form for kraftproduksjon som er 100 % karbonnøytral gjennom hele sin livssyklus.<sup>49</sup>

Paul Meier, direktør ved Energy Institute at the University of Wisconsin-Madison, påpeker at en av styrkene til kjernekraft er at produksjonen er svært forutsigbar, og strøm kan leveres 24 timer i døgnet, 365 dager i året. Som kontrast til dette står vindmøller, som naturlig nok er svært avhengig av vind, og produksjonen vil være langt mindre forutsigbar.

Et annet tema som ikke blir dekket i denne utredningen er thoriumkraftverk. Oppsiden med thorium er blant annet en tryggere spaltningsprosess og mindre radioaktivt avfall<sup>50</sup>. Det interessante med thorium sett med norske øyne er det faktum at Norge sitter på vesentlige thoriumforekomster<sup>51</sup>. Dette har ikke bare ført til politisk aksept for å diskutere norsk kjernekraft, men trolig bidratt til å endre den allmenne oppfatningen rund emnet. I juni 2006, viste spørreundersøkelser at 80 % av befolkningen tok fullstendig avstand fra enhver form for kjernekraft<sup>50</sup>. I februar 2007, var 80 % av befolkningen for det å utforske thoriumreaktorer som en potensiell energikilde. I oktober 2007 viser Accentures Climate Change Study at 50 % av Norges befolkning mener at kjernekraft er en potensiell løsning på klimaendringer.

	Norge	Norden	Europa	Verden
<b>To what extent do you agree with the following statements: Nuclear energy is an option to investigate to address climate change?</b>	50 %	61 %	61 %	65 %

Tabell 5 - Holdninger til kjernekraft. Kilde: Accenture Climate Change Study (Tabell 139)

<sup>49</sup> Jim Rico (2008), kjernekraftanalytiker, <http://www.nature.com/climate/2008/0810/full/climate.2008.99.html>

<sup>50</sup> Green nuclear power coming to Norway. Liz Williams (2008). Cosmos Magazine, <http://www.cosmosmagazine.com/news/1341/green-nuclear-power-coming-norway>

<sup>51</sup> Thorium as an energy source - opportunities for Norway, Thorium Committee, Dieter Røhrich, UiB & CERN, 2008

Undersøkelsen avslører også at menn (63 %) er mer positive enn kvinner (37 %). Mer interessant er det at i aldersgruppen 16 - 24 år er 70 % for det å utforske kjernekraft som en løsning på klimaendringer. Som nevnt tidligere er det relativt få (127) observasjoner fra Norge, men samme aldersgruppe på verdensbasis viser en oppslutning på 69 %, som er meget likt. De tre undersøkelsene viser at den allmenne oppfatningen i Norge angående kjernekraft har bedret seg drastisk de siste år, spesielt blant den yngre andelen av befolkningen.

## **6.1 Karbonnøytrale kraftleveranser**

Det er rimelig å tro at den økende positive holdningen til kjernekraft, først og fremst med tanke på klimaverdien av karbonnøytral strøm, kan gi verdi til disclosure-sertifikater (EECS Disclosure) fra kjernekraftverk. At verdien vil ligge under den for GoO RES-E, er naturlig da disse sertifikatene også medfører karbonnøytralitet, men i tillegg medfører fornybarhet og er fri for radioaktivt avfall. Å handle disclosure-sertifikater fra kjernekraft vil kanalisere konsumentenes merbetalingsvilje til produsentene av kjernekraft, og tilsvarende gjøre det relativt mer ulønnsomt å drive kraftverk basert på fossilt brensel.

## 7 Modell

### 7.1 Scenarioer

I den hensikt å kunne sammenlikne de metodene en Norsk kraftleverandør har tilgjengelig for å tilby miljøvennlig strøm, er det utarbeidet en modell i tilknytning til utredningen. Modellen tar utgangspunkt i den relative merbetalingsviljen strømkonsumenter har for klimaverdien av kraftproduktene leverandøren tilbyr. Under er kraftproduktene formulert ved tre scenarioer, henholdsvis ett fornybart og to karbonnøytrale.

#### 7.1.1 Scenario 1 – Opprinnelsesgarantert fornybar energi

En strømleverandør kan hevde at tilbudt strøm har sin opprinnelse fra kraftverk som produserer fornybar energi ved hjelp av RECS/GoO RES-E. *Norsk bransjenorm for opprinnelsesgaranterte kraftavtaler fra fornybar energi* sier at 100 % av strømleverandørens leveranse, uavhengig av landets produksjonsmiks eller nasjonal varedeklarasjon, må dekkes med opprinnelsesgarantier. Scenario 1 tar sikte på å beregne hvor mye mer kunden må være villig til å betale for at et produkt som er dekket 100 % av opprinnelsesgarantier fra fornybar energi skal være lønnsomt.

#### 7.1.2 Scenario 2 – Opprinnelsesgarantert karbonnøytral energi

EECS Disclosure Sertifikater er sertifikater som kan benyttes i varedeklarasjon, og de er ikke begrenset til fornybare kilder. Sverige er underveis i prosessen med å utstede disse sertifikatene på svensk kjernekraft<sup>52</sup>. Dette betyr at en strømleverandør, ved å dekke sin strømleveranse 100 % med disse sertifikatene, kan levere et karbonnøytralt produkt som ikke nødvendigvis er basert på fornybar produksjon. Scenario 2 tar sikte på å finne kritisk merbetalingsvilje for 100 % opprinnelsesgarantert karbonnøytral energi. Det vil si den merbetalingsvilje som skal til for at et slikt produkt skal være lønnsomt.

#### 7.1.3 Scenario 3 – Karbonnøytralisering ved hjelp av karbonkvoter

Per dags dato har det norske konsummarkedet anledning til å kjøpe karbonkvoter av blant annet statens forurensningstilsyn samt flere strømleverandører. Her er det opp til kunden selv å bestemme hvor mange kvoter en vil kjøpe, og kunden har ofte enkle modeller til sin disposisjon for å estimere sine utslipp. Hvis en strømleverandør kan estimere

---

<sup>52</sup> Statnett v/ Ulf Møller



karbonutslippene knyttet til den leverte strømmen, og kjøper én karbonkvote per tonn CO<sub>2</sub> forbundet med levert strøm, vil han i teorien kunne levere et karbonnøytralt produkt til konsumentene. Det har i denne utredningen blitt laget en modell for estimering av karbonutslipp forbundet med levert strøm. Igjen tas det sikte på å beregne hvor mye kunden må være villig til å betale for at et produkt som er karbonnøytralisert ved hjelp av kvoter skal være lønnsomt. Det skal sies at per dags dato blir karbonkvoter ikke benyttet som et virkemiddel for å tilby og markedsføre karbonnøytrale kraftavtaler. Alternativet er imidlertid å anse som et teoretisk mulig produkt.

## 7.2 Beregninger

Beregningene tar utgangspunkt i prisene på opprinnelsesgarantier med ulik opprinnelse og leveringstidspunkt samt ulike karbonkvoter<sup>53</sup>.

### 7.2.1 RECS/GoO RES-E (Scenario 1)

Prisene på opprinnelsesgarantier som er benyttet i beregningene er de gjeldende prisene i uke 51, 2008. På det tidspunktet er forventninger om fremtidig pris representert ved forwardpriser på opprinnelsesgarantier med levering i 2009, 2010 og 2011, innhentet fra ICAP. I beregningene sammenlignes priser på opprinnelsesgarantier fra vindkraft, vannkraft og *ny* vannkraft. Ny vannkraft er et begrep som har flere definisjoner. ICAP opplyser imidlertid om at ny vannkraft i hovedsak kjennetegnes ved at kraftverket som har utstedt sertifikatet ikke har blitt satt i drift mer enn tre år før innløsning av sertifikatet. Med andre ord; løser en inn et slikt sertifikat i januar 09, må produksjonen ved kraftverket ha startet etter januar 06. For å handle opprinnelsesgarantier i Norge må en betale en årlig avgift til Statnett på NOK 15000 samt en variabel avgift på 0,05 NOK pr MWh<sup>54</sup>. Det antas for enkelhets skyld at RECS/GoO RES-E handles eksklusivt med norske produsenter, slik at en kun har Statnetts avgifter å forholde seg til. Da det inngår en fast avgift i regnestykket, gjøres det en sensitivetsanalyse på mengde levert strøm. Det tas utgangspunkt i fire ulike årlige leveranser; en liten kraftleverandør med en leveranse på 1 TWh, samt Lyses, Fjordkrafts og Hafslunds leveranser i 2007 på henholdsvis 3 TWh, 8,4 TWh og 12,7 TWh. Dette innebærer at sensitivetsanalysen gir verdier for en liten, en mellomstor og to store leverandører, sett i norsk sammenheng. Når alle kostnader forbundet med å tilby opprinnelsesgaranterte

---

<sup>53</sup> Appendiks 11.2.8

<sup>54</sup> Statnett v/ Ulf Møller

strømvtales er på plass, tas det utgangspunkt i leveranses størrelsene nevnt over for å finne ut hvor mye dyrere produktet må prises for ikke å gå i tap. Med andre ord kan det sies at vi regner ut den prosentvise merbetalingsviljen som minimum må eksistere i markedet for at det skal være hensiktsmessig å tilby det opprinnelsesgaranterte/karbonnøytrale produktet.

### 7.2.2 EECS Disclosure Sertifikater (Scenario 2)

For å anslå kritisk merbetalingsvilje for EECS Disclosure Sertifikater, har Statnett hjulpet oss med å utarbeide et estimat på hva slike sertifikater fra Sverige vil omsettes for når de kommer på markedet. Estimaten er blant annet basert på at svensk kjernekraft er i verdenstoppen hva sikkerhet og avfallshåndtering gjelder, og at sertifikatet vil ligge en god del lavere enn det billigste fornybare alternativet som er gammel vannkraft utstedt i 2007. Estimaten ligger mellom 0,05-0,1 norske øre pr kWh. For at disse sertifikatene skal være konkurransedyktige må prisen antagelig ligge nærmere 0,05 enn 0,1 øre. Derfor benyttes 0,05 norske øre pr kWh i bergningene. Handel med disse sertifikatene innebærer en fast avgift på € 1000 til Grexel, som er Finland og Sveriges svar på Statnett. Grexel krever ingen variabel avgift for kjøperen av sertifikater, bare produsenten. Det antas for enkelhets skyld at EECS Disclosure Sertifikater fra kjernekraft handles eksklusivt med svenske produsenter, slik at en kun har Grexels avgifter å forholde seg til. Beregningene av merbetalingsvilje blir gjort på samme måte som for opprinnelsesgarantier fra fornybar energi. Det er dog viktig å merke seg forskjellen i den miljømessige merverdien mellom de to alternativene. Dette diskuteres nærmere i kapittel 9.6.

### 7.2.3 Kvoter (Scenario 3)

Et scenario hvor strømleverandøren karbonnøytraliserer ved hjelp av karbonkvoter er ikke omfattet av *Norsk bransjenorm for opprinnelsesgaranterte kraftavtaler fra fornybar energi*. Derimot er bransjenormen et godt utgangspunkt for hvordan kraftprodukter som omfatter karbonkvoter bør sys sammen.

**Alternativ 1:** NVEs nasjonale varedeklarasjon angir forbruk i Norge fordelt på energikilder og brutto import. Som nevnt tidligere i oppgaven vet vi at en strømleverandør som ikke opprinnelsesgaranterer sin strømleveranse, tilbyr en restmiks gitt ved nasjonal varedeklarasjon. Hvis en er i stand til å estimere CO<sub>2</sub>-utslippet forbundet med strømproduksjon basert på aktuelle energikilder, samt utslippet forbundet med brutto

import, kan en med utgangspunkt i nasjonal varedeklarasjon beregne hvor mye CO<sub>2</sub>-utslipp det i gjennomsnitt er forbundet med 1 kWh levert fra det norske strømmettet. En strømleverandør kan da i teorien kjøpe én karbonkvote per tonn CO<sub>2</sub> forbundet med sin strømleveranse, og således levere et karbonnøytralt produkt til konsumentene. Problemet med å ta utgangspunkt i nasjonal varedeklarasjon er at den kun utgis én gang i året. Videre blir ikke varedeklarasjonen for inneværende år publisert før neste år. En strømleverandør er derfor ikke i stand til å beregne utslippene forbundet med levert strøm i 2007, med utgangspunkt i varedeklarasjon for 2007, før begynnelsen av 2008. Det kommer imidlertid frem av *Norsk bransjenorm for opprinnelsesgaranterte kraftavtaler fra fornybar energi*, at strømprodusenter som tilbyr uspesifiserte avtaler, dvs. kraftprodukter der kraftleverandør ikke garanterer kunden hvilke miljøegenskaper kraftavtalen vil ha, deklarerer overfor kunden restblandingen (NVEs varedeklarasjon) fra foregående år. Dette impliserer at en strømleverandør kan beregne utslipp forbundet med levert strøm i inneværende år ut i fra varedeklarasjon fra foregående år.

**Alternativ 2:** Den andre fremgangsmåten, som vil gi den mest nøyaktige karbonnøytraliseringen, fungerer på samme måte som for opprinnelsesgarantier. Det kommer frem av bransjenormen at:

*"Kraftleverandør som omsetter helt eller delvis opprinnelsesgaranterte kraftprodukter etter denne norm [Norsk bransjenorm for opprinnelsesgaranterte kraftavtaler fra fornybar energi] plikter å påse at det innen to måneder etter årets utløp er innløst riktig mengde og type opprinnelsesgarantier i forhold til leverandørens estimerte omsetning av opprinnelsesgarantert kraft i foregående kalenderår."*

Dette impliserer at en strømleverandør som vil karbonnøytralisere levert strøm i 2007 ved hjelp av karbonkvoter, kan vente med å kjøpe kvoter til februar 2008. Leverandøren vil da være i stand til å utarbeide presise estimer for 2007 ved hjelp av varedeklarasjonen for 2007, utgitt i 2008. Det er her en viktig forutsetning at nasjonal varedeklarasjon for foregående år faktisk blir utgitt i løpet av inneværende års to første måneder. Dette er ikke gitt, da nasjonal varedeklarasjon for 2008 blir publisert i andre halvdel av mars 2009<sup>55</sup>. Det kan dog tenkes at en strømleverandør som benytter seg av karbonkvoter kan få utvidet frist, slik at leverandøren kan basere seg på riktig varedeklarasjon.

---

<sup>55</sup> Echoz v/Pål Visnes

Det første alternativet bygger på tre viktige forutsetninger for korrekt estimering av antall kvoter som må kjøpes for karbonnøytralisering. For det første antas det at nasjonal produksjonsmikse ikke endres drastisk i løpet av ett år, hvilket det er liten sannsynlighet for at vil skje. Tabell 6 viser at produsert mengde fornybar energi holder seg meget stabilt over tid. For det andre antas det at import av strøm vil holde seg rimelig lik fjorårets import. Tabell 7 tilsier at fluktuasjonene er større her. For det tredje antas det at eksporten av opprinnelsesgarantier vil forholde seg rimelig lik fjorårets eksport. Dette er lite sannsynlig, og som det kommer frem i kapittel 5.7, har eksporten økt drastisk de siste årene. Er det anerkjent at strømleverandøren kan basere seg på forårets nasjonale varedeklarasjon for å dekke utslippene forbundet med inneværende års strømleveranse (alternativ 1), har disse forutsetningene liten betydning for strømleverandøren. Er situasjonen derimot den at strømleverandøren må vente til nyåret med å estimere hvor mange kvoter han må kjøpe for å karbonnøytralisere strømleveransen fra foregående år blir disse forutsetningene meget

	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000
<b>Total generation</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>
<b>Total thermal power</b>	<b>0,5 %</b>	<b>0,3 %</b>	<b>0,3 %</b>	<b>0,4 %</b>	<b>0,6 %</b>	<b>0,3 %</b>	<b>0,5 %</b>	<b>0,3 %</b>
- Nuclear power	-	-	-	-	-	-	-	-
- Other thermal power	0,5 %	0,3 %	0,3 %	0,4 %	0,3 %	0,2 %	0,2 %	0,1 %
- Coal	-	-	-	-	-	-	-	-
- Oil	-	-	-	-	-	-	-	-
- Peat	-	-	-	-	-	-	-	-
- Natural gas	0,5 %	0,3 %	0,3 %	0,4 %	0,3 %	0,2 %	0,2 %	0,1 %
- Others	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total renewable power</b>	<b>99,5 %</b>	<b>99,7 %</b>	<b>99,7 %</b>	<b>99,6 %</b>	<b>99,4 %</b>	<b>99,8 %</b>	<b>99,5 %</b>	<b>99,8 %</b>
- Hydro power	98,3 %	98,5 %	98,9 %	98,8 %	98,6 %	99,3 %	99,0 %	99,5 %
- Other renewable power	1,2 %	1,2 %	0,8 %	0,8 %	0,7 %	0,5 %	0,5 %	0,3 %
- Wind power	0,7 %	0,6 %	0,4 %	0,3 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
- Biofuel	0,0 %	0,3 %	0,2 %	0,3 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
- Waste	0,6 %	0,2 %	0,2 %	0,3 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
- Geothermal power	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Δ Renewable power</b>	<b>-0,18 %</b>	<b>-0,04 %</b>	<b>0,07 %</b>	<b>-0,08 %</b>	<b>-0,05 %</b>	<b>0,02 %</b>	<b>-0,06 %</b>	<b>-</b>

Tabell 6 - Prosentvis fordeling av energikilder, samt prosentvis endring av fornybar energi - Norge 2000 - 2001. Kilde: Nordel

	Konsum	Import	Import/konsum	Endring fra i fjor
<b>2007</b>	127 352	5 285	4,15 %	-48,10 %
<b>2006</b>	122 572	9 801	8,00 %	175,68 %
<b>2005</b>	125 908	3 652	2,90 %	-76,92 %
<b>2004</b>	122 040	15 335	12,57 %	7,27 %
<b>2003</b>	115 008	13 472	11,71 %	165,75 %
<b>2002</b>	120 918	5 330	4,41 %	-48,57 %
<b>2001</b>	125 464	10 753	8,57 %	623,90 %
<b>2000</b>	123 824	1 466	1,18 %	-

Tabell 7 - Konsum og Import av strøm for Norge 2000 - 2007. Kilde: Nordel

viktige. I et slikt tilfelle er det viktig å kunne estimere hvordan den nasjonale varedeklarasjonen for inneværende år vil se ut, med utgangspunkt i fjorårets varedeklarasjon.

Da produksjonsmiksen forventes å bli tilnærmet uforandret på kort sikt, er det de to siste forutsetningene, import og sertifikathandel, som vil ha størst innvirkning på inneværende års nasjonale varedeklarasjon. Import avhenger mye av tilsiget i vannmagasinene, samt endringer i etterspørselen etter strøm. Dette er i hovedsak avhengig av været; regn gir fulle magasiner mens kalde temperatur øker etterspørselen, som er vanskelig å forutse. Det er imidlertid mulig å følge med på hvor mye strøm som blir importert, og på den måten fortløpende oppdatere antallet kvoter som må kjøpes med tilhørende budsjettpost. Det samme gjelder for sertifikathandelen. Statnett har kontroll over hvor mange sertifikater som er eksportert, slik at en fortløpende kan se hvorvidt sertifikathandelen sammenfaller med fjorårets handel. Dette er en indikasjon på hvor stor den ukjente andelen i varedeklarasjonen kommer til å bli.

Et siste punkt som bør nevnes er at kvotehandel er sterkt preget av futures og opsjoner. En strømleverandør har gode muligheter til å hedge seg mot prisendringer, da en vet en ikke trenger kvotene for inneværende år før februar neste år. Grunnet oppgavens omfang utdypes ikke disse mulighetene, og beregninger rundt kvotealternativet er basert på spotpriser.

### 7.2.3.1 Fremgangsmåte for å estimere utslipp med utgangspunkt i en varedeklarasjon

Fremgangsmåten benyttet i denne oppgaven for å estimere karbonutslipp forbundet med 1 kWh levert strøm i Norge, vil være den samme for begge alternative diskutert over.

Fremgangsmåten estimerer utslippene med utgangspunkt i nasjonal varedeklarasjon:

1. Finn gjennomsnittlig CO<sub>2</sub>-utslipp forbundet med kraftverk som fyres på aktuelle energikilder
2. Kartlegg utslipp forbundet med nasjonal produksjon
3. Avgjør hvordan den uspesifiserte andelen i varedeklarasjonen skal behandles
4. Oppdriv nasjonale varedeklarasjoner (om mulig) eller produksjonsmiks for land Norge importerer fra. Kartlegg så utslipp forbundet med importert strøm.

1. For å beregne gjennomsnittlig CO<sub>2</sub>-utslipp forbundet med kraftverk som fyres på ulike energikilder, er det tatt utgangspunkt i nordiske kraftverk. Dette fordi det først og fremst er nordiske land Norge importerer strøm fra. Selv om disse landene igjen importerer strøm, kommer hoveddelen av importert strøm fra kraftverk i de nordiske landene. Det å kun hente tall fra nordiske kraftverk, ga et noe begrenset utvalg. Men da det er nettopp disse kraftverkene Norge importerer strøm fra, kan det argumenteres for at dette er den mest hensiktsmessige fremgangsmåten. Se appendiks 11.2.6 for detaljer.

2. Norges nasjonale varedeklarasjon for 2007 består av 82 % vannkraft, 0,5 % vindkraft, 1,5 % varmekraft og en uspesifisert andel på 11 %. Varmekraftandelen i varedeklarasjonen på 1,5 % kan igjen deles opp i gasskraft 0,7 % og biobrensel/avfall på 0,8 %<sup>56</sup>. Bioenergi regnes som både fornybar og karbonnøytral. Tankegangen bak en slik antagelse er at plantene tar opp CO<sub>2</sub> når de vokser opp, og slipper denne ut igjen når de forbrennes, slik at sum utslipp er null. En viktig forutsetning er at det plantes/vokser til minst like mye planter som det forbrennes. Sjøppel er klassifisert som en fornybar energikilde<sup>57</sup>, men spørsmålet om hvorvidt den er karbonnøytral eller ikke, er noe mer sammensatt. Alt organisk søppel (papir, matavfall etc.) inngår i karbonkjeden slik at sum utslipp ved forbrenning er null. Blant avfallet som brennes, er det enkelte stoffer som avgir CO<sub>2</sub>, men ikke inngår i karbonkjeden - for eksempel plastikk. I henhold til lov om CO<sub>2</sub>-kvoter, regnes avfall for å være CO<sub>2</sub>-

---

<sup>56</sup> Nordel annual statistics (2007), <http://www.nordel.org/Content/Default.asp>

<sup>57</sup> Nordel rapport (2008), <http://www.nordel.org/content/Default.asp?PageID=215>

nøytralt<sup>58</sup>, og det vil derfor bli behandlet som karbonnøytralt i utregningene. En står da igjen med gasskraft som eneste karbonkilde i norsk kraftproduksjon. For å beregne utslippene fra norsk gasskraft har vi tatt utgangspunkt i gasskraftveket på Kårstø. Dette er foreløpig det eneste norske gasskraftverket i kommersiell drift<sup>59</sup>.

3. Den uspesifiserte andelen oppstår som et resultat av netto eksport av opprinnelsesgarantier. Dette betyr i realiteten at en har solgt rettighetene til norsk fornybar kraft, slik at en ikke kan hevde og levere den for andre gang. Dette løses ved å behandle den uspesifiserte andelen som import. Tankegangen er at en har solgt rettighetene til en strømmengde, og denne må fjernes fra varedeklarasjonen. Problemet er at det er fysisk umulig å øremerke strøm, og en har derfor en strømmengde på nettet en ikke vet opphavet til. Når en "ikke vet opphavet" er det underforstått at en ikke har produsert denne strømmen selv, og en ser derfor for seg at denne strømmen blir importert, og har de egenskapene den faktisk importerte strømmen har<sup>60</sup>.

4. Av nasjonal varedeklarasjon for 2007 fremgår det en importandel på 5 % som fordeler seg på Russland, Sverige, Finland og Danmark. Ved å så ta utgangspunkt i nasjonal varedeklarasjon for de respektive landene (evt. produksjonsmiks hvis varedeklarasjon ikke er tilgjengelig), vet en hvordan den importerte strømmen fra det land fordeler seg på ulike energikilder. Ved å multiplisere andelene i den nasjonale varedeklarasjonen for dette landet med respektiv utslippsdata, finner en totalt karbonutslipp forbundet med importert strøm og kan dermed beregne hvor mange karbonkvoter en må kjøpe for at den leverte strømmen i sum skal bli karbonfri. Se appendiks 11.2 for detaljer.

Når en vet det gjennomsnittelige karbonutslippet forbundet med 1 kWh levert strøm i Norge for 2007, og tar utgangspunkt i dette for strømleveranser for 2008, vet en hvor mange kvoter en må kjøpe for å hevde at en leverer karbonnøytral strøm.

Utregningene baserer seg på gjeldende priser/kurser u uke 51; eurokurs på 9,61 NOK/EUR, en spotpris på strøm på 43,37 EUR/MWh, og en karbonkvotepris på € 15,18 for EUA-kvoter og € 13,42 for CER-kvoter. Se appendiks 11.2.8 for detaljert beskrivelse.

---

<sup>58</sup> Energinet, Miljørapport for Danmark (2008)

<sup>59</sup> Energilink (2008), <http://energilink.tu.no/leksikon/gasskraftverk.aspx>

<sup>60</sup> Fremgangsmåten er foreslått av Ecohz v/ Pål Visnes

### 7.3 Resultater

Tabell 8 viser den kritiske merbetalingsviljen for kraftavtaler som tar i bruk opprinnelsesgarantier eller kvoter:

Instrument	Nok pr kWh	1 TWh	3 TWh	8,4 TWh	12,4 TWh
Hydro-08	0,0014	3,95 %	1,55 %	0,77 %	0,63 %
Hydro-09	0,0023	4,16 %	1,77 %	0,99 %	0,85 %
Hydro-10	0,0033	4,41 %	2,01 %	1,24 %	1,09 %
Hydro-11	0,0042	4,63 %	2,23 %	1,46 %	1,31 %
New Hydro-09	0,0130	6,72 %	4,32 %	3,55 %	3,41 %
Wind-08	0,0106	6,15 %	3,75 %	2,98 %	2,83 %
Nuclear-09 (est)	0,0005	2,42 %	0,88 %	0,39 %	0,30 %
Kvote EUA Spot	0,0034	0,81 %	0,81 %	0,81 %	0,81 %
Kvote CER Spot	0,0030	0,72 %	0,72 %	0,72 %	0,72 %

Tabell 8 - Kritisk merbetalingsvilje for ulike instrumenter.

Den mest aktuelle opprinnelsesgarantien på det tidspunktet oppgaven ble skrevet, høst 08, var Hydro-08. Vi ser at en norsk strømleverandør som leverer 3 TWh av en strømvtalesom er opprinnelsesgarantert ved hjelp av Hydro-08, kun trenger å prise produktet 1,55 % dyrere for å gå i break even. Tabellen viser at et produkt opprinnelsesgarantert med kjernekraftsertifikater kan prises lavere enn Hydro-08, og likevel gå i null.

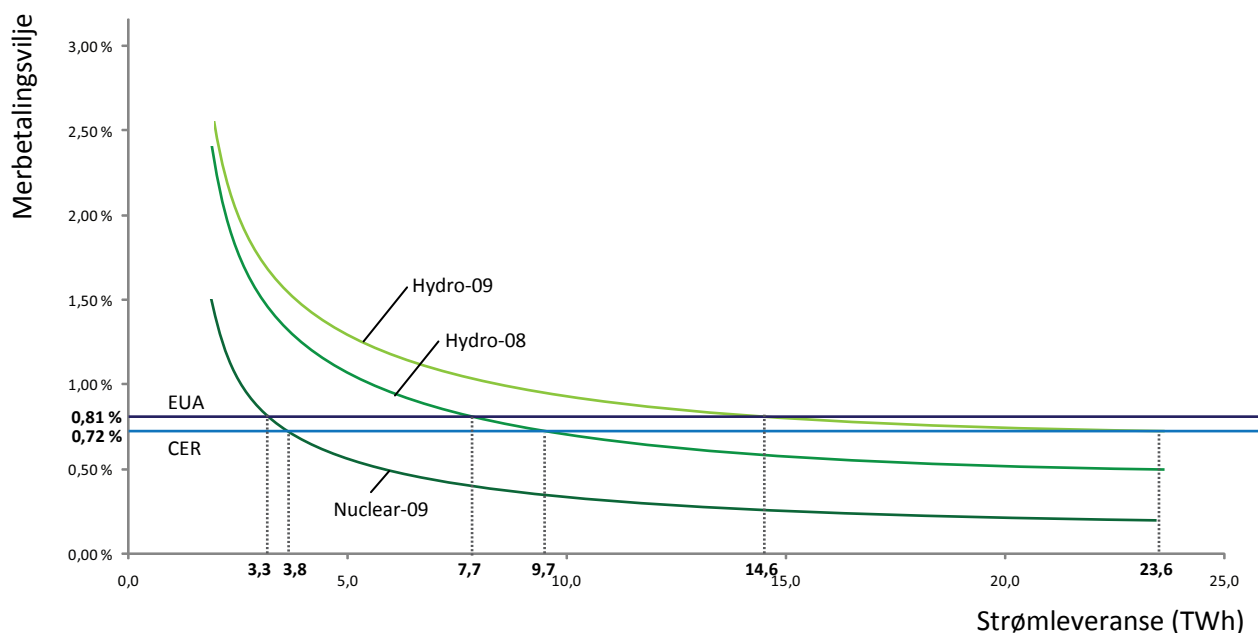
Karbonkvotealternativene er klart billigst ved kraftavtaler med lav omsetning. For disse alternativene har størrelsen på kraftleveransen ingen effekt, da det ikke er forbundet faste kostnader med kvotehandelen. Nødvendig merbetalingsvilje for å gå i break even vil dermed være fast. Dette er en interessant observasjon, da en strømleverandør ikke kan forvente at samtlige kunder vil velge et miljøvennlig strømprodukt. Ta for eksempel en mellomstor leverandør som Lyse; hvis kundepreferanser tilsier at kun en tredjedel av Lyses leveranse i 2007 (på 3 TWh) vil være fornybare/karbonnøytrale kraftavtaler, ser en at ved leveranse på 1TWh er kvotealternativene klart rimeligst. Disse alternativene krever således lavere merbetalingsvilje, eller sett fra en annen side; legger grunnlaget for høye marginer. I konklusjonen utdypes det hvor stor merbetalingsviljen antas å være på det norske markedet i følge Accenture Climate Change Study 2007. Differansen mellom merbetalingsviljen i markedet og prispåslaget legger grunnlaget for profitt.



Det er av interesse å se når de ulike sertifikatene krever en lavere merbetalingsvilje enn kvotealternativet. Kvotealternativet har ingen fast avgift, men den variable kostnaden er høyere enn for sertifikatene, og en vil derfor få skjæringspunkter:

Skjæringspunkt	MWh
EUA Spot = Nuclear-09	3 308 820
CER Spot = Nuclear-09	3 826 973
EUA Spot = Hydro-08	7 726 349
CER Spot = Hydro-08	9 688 841
EUA Spot = Hydro-09	14 584 934
CER Spot = Hydro-09	23 613 760

Tabell 9 - Skjæringspunkter med hensyn på strømleveranse



Figur 12 - Merbetalingsvilje med hensyn på strømleveranse

Blant scenarioene beskrevet i kapittel 7.1, er det kun scenario 2 og 3 som er direkte sammenlignbare, med et felles utgangspunkt i bransjenormen. Dette er strømvtales som garanterer å være karbonnøytrale, men ikke fornybare. Tabell 8 viser at for en strømleveranse helt opp til 3,3 TWh vil kvotealternativet være rimeligere ved handel av EUA kvoter. En strømleveranse på 3,3 TWh i løpet av et år er en meget stor leveranse sett i norsk målestokk. En slik leveranse representerer 40 % av Fjordkrafts, Norges nest største strømleverandør, leveranse i 2007. Det kan dermed argumenteres for at kvotealternativet

(scenario 3) er et meget aktuelt produkt. Hvor stor andel av befolkningen som kan ventes å betale for miljøvennlige strømvavtaler blir belyst i kapittel 9.5

Videre viser tabellen at en skal opp i en betydelig leveranse før opprinnelsesgarantier for fornybar energi blir billigere enn kvoter. Disse alternativene er dog ikke direkte sammenlignbare, da det ene garanterer fornybar strøm, mens det andre garanterer karbonnøytral strøm. Det er antagelig forskjell i merbetalingsviljen i markedet for de to alternativene, noe som utdypes i konklusjonen. Det er dog interessant å merke seg at ved en strømleveranse på 7,7 TWh krever alternativene samme merbetalingsvilje i markedet for å være lønnsomme.

## 8 Fremtidsutsikter

### 8.1 Kvotepriiser

Det har vært store fluktasjoner i kvotepriisen siden handelen med EUA-kvoter begynte i mars 2005<sup>61</sup>. Året 2007 ble en prøvelse for kvoteforkjempere, da bunnen falt ut av markedet, og kvotepriisen var godt under 1 euro. I 2008 fikk markedet fornyet tillitt, og spotprisene har variert fra like under 14 euro per tonn og opp til nesten 30 euro. Med denne høye volatiliteten vil det være vanskelig å predikere fremtidig kvotepris basert på historiske data. Kyoto-protokollen har nå beveget seg inn i fase 2 (2008-2012), hvor utslippskuttene skal realiseres, og den årlige kvotetildelingen blir gradvis mindre. Dess tidligere en starter med utslippsreduksjonen, dess lettere blir det å nå målsetningen. Skulle det bli slik at de reduksjonspliktige annex B-landene utsetter utslippsreduksjonen, vil gapet mellom faktisk utslipp og utslippsmålet øke (eller i beste fall forbli uendret), samtidig som tiden for handling snevres inn i det vi nærmer oss 2013. En mulig unnskyldning for å vente med handling kan for eksempel være for å dempe effektene av finanskrisen i tiden etter høsten 2008. Virksomheter som strever for å unngå konkurs vil neppe få en lettere oppgave hvis de blir konfrontert med en strengere klimapolitikk. Et resultat av en slik situasjon vil være økte kvotepriiser frem mot 2012. Et land som har utsatt tiltakene vil således måtte kjøpe seg ut av forpliktelsene. Lykkes landet verken med reduksjonstiltak eller kvotekjøp, er bøtemiddelet en ytterligere reduksjon med 30 %, i tillegg til det opprinnelige målet<sup>62</sup>, hvilket svir langt mer enn kvotepriisen. Landet vil også bli suspendert fra kvotehandelssystemet.

I tillegg til spotpriser, er det også mulig å handle karbonkvoter i futures. Futuresprisen reflekterer til en hver tid hva markedet forventer av fremtidig prisutvikling. På European Energy Exchange (EEX) ble det i den 18. Desember i uke 51 i 2008 handlet EUA-futures med oppgjør i 2010 og 2011, for henholdsvis € 16,39 og € 17,08. Til sammenlikning ble EUAer omsatt på spotmarkedet til € 15,02 (appendiks 11.2.8.3). Ut fra dette kan det se ut som om kvotepriisen forventes å stige noe frem mot 2011. Det skal legges til at futuresprisen

---

<sup>61</sup> European Energy Exchange (EEX), historiske data, <http://www.eex.com/en/Download/Market%20Data>

<sup>62</sup> Wikipedia.org, januar 09, [http://en.wikipedia.org/wiki/Kyoto\\_protocol](http://en.wikipedia.org/wiki/Kyoto_protocol)

inkluderer et rentetillegg<sup>63</sup>, som representerer kontraktens løpetid, og følgelig er ikke hele differansen mellom spot og futurespris en forventning om fremtidig prisøkning.

Hva som vedtas på FNs klimatoppmøter, har stor innflytelse på kvoteprisen. Under klimatoppmøtet i Bali i desember 2007, erkjente verdens ledere at det trengs en betydelig økt innsats i utslippsreduksjonene også etter at Kyoto-protokollen utløper i 2012<sup>64</sup>. I 2009 vil klimatoppmøtet holdes i København, og det er knyttet stor spenning til hvilke tiltak som blir vedtatt for veien videre etter Kyoto. En rekke fremtidige nøkkelspørsmål er enda ikke avklart, som for eksempel hva skal være utviklingslandenes rolle i klimamålsetningene? Vil USA anerkjenne klimatrusselen, og signere Kyoto-protokollen? Hvor mye må verdens utslipp reduseres med, og med hvilken tidshorisont, er andre viktige spørsmål som vil være med å prege klimadebatten, og samtidig være avgjørende for kvoteprisen fremover.

Hvordan vil kvoteprisfluktuationene slå ut i beregningene? I mangel på bedre estimer på fremtidig kvotepris kan en ta for seg to ekstreme verdier, én i hver ende av skalaen. Hvis en antar at prisen på ett tonn CO<sub>2</sub> i de kommende år vil variere mellom € 5 og € 30, vil det kreve en minimums merbetalingsvilje på henholdsvis 0,267 % og 1,60 % for at de to tilfellene skal være lønnsomme. Ved en kvotepris ned mot € 5 vil karbonalternativet gi en lavere kritisk merbetalingsvilje sammenlignet med disclosure sertifikater fra kjernekraft for kraftleveranser under 15,2TWh. Effekten av en pris opp mot € 30 vil tilsvarende gjøre kvotealternativet relativt mindre attraktivt, og en kratavtale som benytter disclosure sertifikater fra kjernekraft vil ha en lavere kritisk merbetalingsvilje for leveranser over 1,54 TWh. Selv om det brede intervallet ikke sier noe om fremtidig utvikling, kan det gi en pekepinn på de ytterliggende konsekvenser av det en kraftleverandør har forpliktet seg til, ved å levere karbonnøytral strøm til sine kunder i årene som kommer.

## 8.2 Sertifikatpriser

Hvis en ønsker å predikere fremtidige priser på opprinnelsesgarantier, er det naturlig å ta for seg forventninger om fremtidig tilbud og etterspørsel. Tilbudet i Norge antas å være gitt på kort sikt. Nær sagt hele Norges kraftproduksjon, på 137,7 TWh i 2007, er fornybar, og det kan således utstedes tilhørende sertifikater. I 2007 ble det utstedt sertifikater tilsvarende 81 TWh

---

<sup>63</sup> Oslo Børs (2009), <http://www.oslobors.no/ob/derivatbrosjyrrer>

<sup>64</sup> Norges Naturvernforbund, <http://www.naturvern.no/cgi-bin/naturvern/imaker?id=120605>

(se kapittel 5.7). Dette gir en økning i norsk sertifikatbeholdning tilsvarende om lag 55 TWh. Profittmaksimerende bedrifter overser sjelden mulige inntekter, så det er rimelig å anta at det i den nærmeste fremtid vil bli utstedt sertifikater for nær all fornybar produksjon. Som presentert i kapittel 5.8 står Norge for brorparten av all utstedelse av sertifikater i Europa. Selv om en antar at også tilnærmet alle utenlandske kraftprodusenter av fornybar energi vil benytte seg av utstedelsesmuligheten, vil en ikke vente noen betydelig tilbudsøkning av GoOer i Europa på kort sikt. Denne antagelsen er tatt på bakgrunn av at EU15 totalt produserte i overkant av 440 TWh fornybar energi i 2006<sup>65</sup>, det vil si litt over tre ganger Norges fornybare produksjon, fordelt på en befolkning på nesten 70 ganger Norges (2008). Tar en for seg etterspørselen er det grunn til å forvente større vekst; økende bekymring for negativ klimaforandring har gjort at den jevne europeer har blitt mer miljøbevisst. Dette er en trend som forventes å vare. I EU jobbes det målrettet mot å nå 20-20-20-målsetningen samt andre klimapolitiske mål. På andre siden av Atlanterhavet har også USA begynt å bli mer miljøfokuserte. USAs president Barak Obama har uttalt at en av strategiene for USAs økonomi å komme levende ut av den økonomiske resesjonen verdensøkonomien gikk inn i høst 2008 vil være å endre økonomien til å bli mer klimabevisst. Han har dessuten annonsert investeringer på 150 milliarder dollar i fornybar energi i løpet av det neste tiåret<sup>66</sup>.

I sum er det grunn til å kunne forvente en svak økning i tilbud og en sterk økning i etterspørsel. Dette vil medføre økte sertifikatpriser i årene som kommer.

Etterspørselsøkningen kan forventes å være tilnærmet lik om ikke noe større i Europa enn i Norge. Befolkningsforskjellen vil dermed medføre sterk økning i eksport av sertifikater fra Norge.

---

<sup>65</sup> Eurostat (2009), Electricity generated from renewable sources, [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?\\_pageid=1996,39140985&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL&screen=detailref&language=en&product=REF\\_TB\\_energy&root=REF\\_TB\\_energy/t\\_nrg/t\\_nrg\\_indic/tsien050](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=1996,39140985&_dad=portal&_schema=PORTAL&screen=detailref&language=en&product=REF_TB_energy&root=REF_TB_energy/t_nrg/t_nrg_indic/tsien050)

<sup>66</sup> Greenpeace, 25. Januar. 2009, <http://www.greenpeace.org/china/en/news/ailun-obama>

## 9 Konklusjon

Denne utredningen har belyst hvilke eksisterende valgmuligheter og virkemidler som eksisterer i kraftmarkedene i dag samt presentert et nytt og sammenlignbart kraftprodukt. Med det til grunn analyseres de ulike virkemidlene en strømleverandør har til disposisjon for å skape verdi for kunden og seg selv. Dette har resultert i beregninger som avdekker den kritiske merbetalingsviljen for at de ulike kraftproduktene skal være lønnsomme. For å runde av denne oppgaven er modellresultatene blitt knyttet opp mot aktuelle funn i Accenture Climate Change Study 2007. Ved å velge ut aktuelle data fra denne undersøkelsen, kan det dannes en oppfatning om det norske markedets tilbøyelighet til å velge og betale for miljøvennlige strømtavtaler. Under intervju med ulike strømleverandører var det oppsiktsvekkende å se at selv om flere strømleverandører tilbyr opprinnelsesgaranterte kraftavtaler, fantes det liten eller ingen overordnet langsiktig strategi rundt tilbudet. Til slutt drøftes funnene i oppgaven, som norske strømleverandører kan ha nytte av å overveie.

### 9.1 Oppfatninger rundt klimaendringer i Norge

Tall fra Accenture Climate Change Study 2007 viser at bekymringen rundt klimaendringene er relativt lav<sup>67</sup> i Norge, sammenliknet med resten av verden. Dette kan antas å henge sammen med en allmenn oppfatning om at norske kraftprodusenter kun produserer fornybar energi, og at det således er andre lands ansvar å håndtere klimaproblematikken. Riktignok viser Tabell 7 at oppfatningen blant landets befolkning er at det kreves en signifikant reduksjon av karbonutslipp i Norge. I Norden som helhet er forventningene om nødvendig reduksjon enda lavere enn i Norge. Det bør dog poengteres at de nordiske landene, inkludert Norge, mener de må redusere mindre enn gjennomsnittet i Europa og verden.

---

<sup>67</sup> Kapittel 2.3

	Norge	Norden	Europa	Verden
Carbon emissions are regarded by many scientific experts as the main reason for climate change. According to these experts the level of carbon emissions needs to be reduced globally in order to limit the impact of climate change. According to you how large a reduction in carbon emissions will be required for your country?*	2.00	1.97	2.18	2.24

Tabell 10 - Klimaansvar. Kilde: Accenture Climate Change Study 2007 (Table 12)

\* Tallene representerer et gjennomsnitt av valgene "omfattende" (gitt verdi 3), "signifikant" (gitt verdi 2) og "begrenset" (gitt verdi 1). Se appendiks for detaljer

En annen interessant observasjon fra Accenture Climate Change Study 2007, er at kunnskapen om miljøvirkemidler er gjennomgående lavere i Norge enn i Norden, Europa og verden<sup>68</sup>. Det kan tenkes at den lave bekymringen rundt klimaendringer i Norge rett og slett skyldes dårlig kunnskap om emnet.

Intervjuer utført i tilknytning til utredningen med de norske kraftleverandørene Lyse og Fjordkraft, avdekket at selv om de tilbyr opprinnelsesgaranterte kraftavtaler, er de forsiktige med å markedsføre disse i frykt for å forvirre kunden. De mener den allmenne oppfatningen i Norge er at vi får 100 % vannkraft ut av stikkontakten. Det å da markedsføre at de plutselig har begynt å tilby 100 % fornybar energi, selv om det ikke medfører økning i pris (høst 08), kan føre til at kunden føler seg lur, da kunden har trodd de har betalt for 100 % fornybar energi i alle år. Det var kun bedriftskundene som fikk valget mellom opprinnelsesgaranterte og uspesifiserte strømvavtaler, mens privatkundene kun fikk tilbudt opprinnelsesgarantert strøm.

## 9.2 Hvor viktig er det at strømleverandøren tar hensyn til klimaet?

Accenture Climate Change Study 2007 undersøker hvor viktig det er for kunden at en strømleverandør gjør konkrete tiltak for å adressere klimaendringer, oppsummert i tabell 11. For Norge viser det seg at kvinner er mer opptatt av strømleverandørens klimatiltak enn menn, men sammenliknet med Norden, Europa og verden ser vi at den norske befolkningen bryr seg minst. Det er interessant å merke seg at kun 42 % av det norske utvalget er villige til å forlate kraftleverandøren hvis det ikke gjøres klimatiltak, men 80 % blir motivert til å forbli

<sup>68</sup> Kapittel 2.3

kunde eller velge selskapet. Dette kan tyde på at selv om klimatiltak er viktig for kundebevaring, er det også meget viktig for å tiltrekke seg nye kunder.

	Norge	Norden	Europa	Verden
<b>If you hear that an ELECTRICITY / GAS provider does not take any concrete action to address the climate change issue will that have an impact on the image of this company?</b>				
...enough to leave the company? (% yes)	76 %	89 %	91 %	90 %
<b>On the contrary if an energy provider (i.e. electricity / gas / oil provider) takes concrete actions to address climate change would that motivate you to stay or become a client of this company?</b>				
If an energy provider (i.e. electricity / gas / oil provider) was proposing products / services that help reduce the level of carbon emission would you be willing to switch to this provider?	42 %	56 %	55 %	54 %
	80 %	89 %	89 %	91 %
	76 %	86 %	86 %	89 %

Tabell 11 - Holdning til energileverandørers karbonprofil. Kilde: Accenture Climate Change Study 2007 (Table 89, 91, 92)

I kapittel 2.3 kom det fram at aldersgruppen 16-24 år er den mest klimaopptatte gruppen. Dette kan tyde på at klimatiltak er spesielt viktig når førstegangskunder velger strømleverandør.

Da en strømleverandør ikke produserer strøm, er det å tilby opprinnelsesgaranterte/karbonnøytrale kraftavtaler antagelig det mest synlige klimatiltaket en strømleverandør kan iverksette, ved siden av enøk-programmer, for å vise at en tar klimaendringene på alvor. Det viktigste spørsmålet i tabellen over blir da det siste. Det viser seg at 76 % av landets befolkning er villige til å bytte til en strømleverandør som tilbyr produkter som bidrar til å redusere karbonutslipp. En strømleverandør som da tilbyr opprinnelsesgaranterte/karbonnøytrale strømvavtaler stiller meget sterkt kontra en leverandør som ikke gjør det. I 2008 hadde strømleverandøren Norgesenergi en tv-reklame<sup>69</sup> med følgende utsagn "Visste du at 10 av 10 som skifter strømleverandør kun er opptatt av pris? ...". Med bakgrunn i tabellen over, kan en spørre seg hvilke data et slikt utsagn er basert på.

<sup>69</sup>Youtube (2009), reklame fra Norges Energi, <http://www.youtube.com/watch?v=NThVzybucNs>



	Norge	Norden	Europa	Verden
To what extent do you agree with the following statement: Most of the Energy Providers (i.e. Electricity, Gas, Oil Providers) already take actions to address climate change?	62 %	53 %	48 %	50 %

Tabell 12 - Oppfatning av strømleverandørers karbontiltak. Kilde: Accenture Climate Change Study 2007 (Table 138)

Når det gjelder allmenn oppfattelse av kraftleverandørers eksisterende tiltak skiller Norge seg ut også her. Sammenliknet med verden er det 12 % flere i Norge som synes kraftleverandørene allerede har satt i gang tiltak for å redusere klimaforandringer. Igjen kan det tenkes at kraftleverandører profiterer av at gjengs oppfating er at strømmen en betaler for i Norge har tilnærmet 100 % opphav i fornybar energi. Samtidig er det utbredt at norske kraftleverandører, paradokssalt nok(!), bistår kundene sine med strømsparende tiltak. Dette er spesielt utbredt innen bedriftsmarkedet, og kan helt klart bidra til at strømleverandører oppfattes å adressere klimaendringer. Videre tilbyr allerede flere strømleverandører opprinnelsesgaranterte kraftavtaler, og i den grad forbrukerne er klar over dette, vil også dette understøtte oppfatningen nevnt over.

### 9.3 Strømleverandørens troverdighet

Hvis en strømleverandør skal tilby for eksempel fornybar energi til konsumentene, tror konsumentene på at denne energien virkelig er fornybar? Tall fra Accenture Climate Change Study 2007 tilsier at 78 % av den norske befolkningen stoler på tilbydere av produkter samt bransjeforeninger når det kommer til hvor mye produktene faktisk reduserer karbonutslipp. I denne oppgaven er strømleverandørene tilbyderne av produktene, mens den mest aktuelle foreningen er EBL (Energibedriftenes Landsforening). Her er inndelingen rimelig grov, så en må være forsiktig med å trekke konklusjoner knyttet til spesifikke strømleverandører og EBL av dette. Dog er det interessant å se at vi i Norge har meget sterk tiltro til forbrukerombud og NGOer. Vi har også, relativt til andre land, sterk tiltro til myndighetene.

	Norge	Norden	Europa	Verden
<b>What sources of information do you trust the most for the certification of the efficiency of products / services in terms of carbon emissions reduction :</b>				
<b>The provider of the products / services</b>	78 %	76 %	73 %	79 %
<b>Government / Governmental organizations</b>	86 %	86 %	71 %	75 %
<b>Academics / Schools /Scientific associations</b>	90 %	92 %	94 %	95 %
<b>Consumer associations/Non Governmental Organizations</b>	96 %	93 %	94 %	94 %
<b>Business Associations (association of Energy Providers, i.e. Electricity, Gas, Oil Providers)</b>	78 %	80 %	72 %	77 %

Tabell 13 - Tillit til ulike instanser. Kilde: Accenture (Table 93-98)

#### 9.4 Finnes det marked for opprinnelsesgaranterte strømavtaler?

Basert på tabellene over, kan det argumenteres for at det eksisterer et stort marked for opprinnelsesgaranterte kraftavtaler i Norge. 60 % av landets befolkning er bekymret for klimaendringer<sup>70</sup>, og bekymringen er sterkest blant de unge. Gjennomsnittet av befolkningen mener det trengs en *signifikant* reduksjon av karbondioksidutslipp fra Norges side. Videre hevder 76 % av landets befolkning de er villige til å bytte til, og 80 % at det motiverer dem til å forbli kunde av, en strømleverandør som tilbyr produkter som bidrar til å redusere mengden karbonutslipp. En undersøkelse<sup>71</sup> utført i 2005 av Markeds- og Mediainstituttet (MMI) på oppdrag fra Fjordkraft AS, understøtter dette:

<b>Hvor viktig er det for deg at strømmen du kjøper kommer fra fornybare kilder som vann og vind?</b>	
<b>Meget viktig:</b>	23 %
<b>Ganske viktig:</b>	25 %
<b>Litt viktig:</b>	25 %
<b>Ikke viktig:</b>	24 %
<b>Vet ikke:</b>	3 %

73 % av respondentene mener det er viktig at strømmen de kjøper blir produsert med fornybare kilder. Undersøkelsen ble utført blant et representativt utvalg på 509 beslutningstakere, i forbindelse med valg av strømleverandør.

<sup>70</sup> Kap 2.3

<sup>71</sup> Fjordkraft AS og <http://www.bt.no/miljo/article233299.ece?click=C4>

## 9.5 Hva sier Accenture Climate Change Study 2007 om merbetalingsvilje?

Det eksisterer potensielt et stort marked for opprinnelsesgaranterte kraftavtaler i Norge, men hvor mye er folk villige til å betale for denne strømmen? Blant annet Fjordkraft<sup>72</sup> og Lyse<sup>73</sup> mener å ha avdekket at folk ofte skifter standpunkt til miljøvennlige strømavtaler, når en innser at en må betale mer for det.

For en strømprodusent, er det kun den andelen som er bekymret for klimautviklingen som er villige til å betale mer for opprinnelsesgarantert strøm som er av interesse. Det er kostnader forbundet med å tilby opprinnelsesgaranterte strømavtaler, så er ikke merbetalingsviljen tilstrekkelig, blir produktene ulønnsomme.

Undersøkelsen viser at menn har en svak tendens til å være mer villig til å betale mer for produkter som bidrar med å redusere karbonutslipp enn kvinner. Denne tendensen er meget sterk i Norge. Her har menn den høyeste merbetalingsviljen på 13,99 %, mens kvinner kun er villige til å betale 9,22 % mer. En må her ta hensyn til at av de 127 spurte i Norge, var det kun de 69 som svarte at de var villige til å betale mer som svarte på hvor mye mer de er villige til å betale. 69 er et meget lite utvalg og vi ser ikke de samme tendensene i de andre nordiske landene, heller tvert i mot. Det er dog interessant, fra et markedsføringsperspektiv, å få større klarhet i hvor den største merbetalingsviljen ligger, demografisk sett.

	Norge	Norden	Europa	Verden
<b>Would you be ready to pay more to benefit from products / services that help reduce the level of carbon emission?</b>	54 %	60 %	59 %	64 %
<b>What premium would you be ready to pay to benefit from products / services that help reduce the level of carbon emission?</b>	11.52 %	11.23 %	9.73 %	11.09 %

Tabell 14 – Merbetalingsvilje Kilde: Accenture (Table 99, 100)

Det viktigste en kan trekke ut fra disse spørsmålene, er at 54 % av befolkningen kunne tenke seg å betale mer for produkter som bidrar til å redusere karbonutslipp. For en strømleverandør vil dette typisk være å tilby fornybare og karbonnøytrale kraftleveranser.

<sup>72</sup> Samtale med Fjordkraft AS (01.12.08)

<sup>73</sup> Samtale med Lyse Energi AS (26.11.08)

Disse 54 % er i gjennomsnitt villige til å betale 11,52 % mer for disse produktene. Den norske merbetalingsviljen sammenfaller med merbetalingsviljen i Norden og verden som helhet. Det er ikke urimelig å konkludere med at blant de i Norge som er villige til å betale mer for produkter som reduserer karbonutslipp, eksisterer det en merbetalingsvilje på opptil 11 %.

Da denne oppgaven ble skrevet, høst 08, endret den økonomiske tilstanden i verden seg drastisk. En verdensomfattende finanskriser ble et faktum og flere land gikk inn i resesjon. Den økonomiske situasjonen til folk flest, også her til lands, tok en endring til det verre, og det er lite trolig at merbetalingsviljen er like høy for 2008 som 2007. Accenture presenterer en oppdatert utgave av sin Climate Change Study på nyåret 2009. Lesere av denne oppgaven oppfordres å sette seg inn i denne undersøkelsen.

Fra bergningene i kapittel 7 vet vi at den kritiske merbetalingsviljen for de ulike instrumentene er:

Instrument	Nok pr kWh	1 TWh	3 TWh	8,4 TWh	12,4 TWh
Hydro-08	0,0014	3,95 %	1,55 %	0,77 %	0,63 %
Hydro-09	0,0023	4,16 %	1,77 %	0,99 %	0,85 %
Hydro-10	0,0033	4,41 %	2,01 %	1,24 %	1,09 %
Hydro-11	0,0042	4,63 %	2,23 %	1,46 %	1,31 %
New Hydro-09	0,0130	6,72 %	4,32 %	3,55 %	3,41 %
Wind-08	0,0106	6,15 %	3,75 %	2,98 %	2,83 %
Nuclear-09 (est)	0,0005	2,42 %	0,88 %	0,39 %	0,30 %
Kvote EUA Spot	0,0034	0,81 %	0,81 %	0,81 %	0,81 %
Kvote CER Spot	0,0030	0,72 %	0,72 %	0,72 %	0,72 %

Tabell 15 - Kritisk merbetalingsvilje for ulike instrumenter.

Da merbetalingsviljen fra Accenture Climate Change Study 2007 overgår alle disse alternativene med god margin, er det mye som tyder på at det er penger å tjene på opprinnelsesgaranterte og karbonnøytrale kraftavtaler.

## 9.6 Tiltak og vurderinger

Accenture Climate Change Study 2007 gir oss merbetalingsviljen for produkter som reduserer karbonutslipp, men undersøkelsen spesifiserer ikke i hvilken grad produktene må redusere utslipp, heller ikke på hvilken måte. I våre beregninger har vi fokusert på

opprinnelsesgarantier fra fornybar energi, kjernekraft og en kraftavtale dekket med karbonkvoter (se scenarioer). Disse tre produktene gir ulike merverdi for kunden. Karbonkvotealternativet garanterer at en mengde lik karbonutslippene den leverte strømmen har forårsaket, i form av en reduksjon et annet sted, ikke vil bli sluppet ut. På denne måten kan den leverte strømmen sies å være karbonnøytral. Kunden vet ikke hvor utslippsreduksjonen har funnet sted, eller hvordan reduksjonen har skjedd. Dette vil avhenge av om man handler CER- eller EUA-kvoter.

Kjernekraftalternativet garanterer også at det ikke er sluppet ut karbondioksid i forbindelse med strømproduksjonen, under den forutsetning at en ser bort fra livsløpsanalyser. Det bør dog nevnes at kjernekraft har en relativt omfattende livssyklus som blant annet omfatter utvinning og transport av uran, raffinering av uranmalm, konstruksjon, drift, dekonstruksjon av kraftverket og deponering av radioaktivt avfall. Bevissthet rundt denne prosessen kan bidra til at det stilles spørsmål rundt kjernekraftalternativets karbonnøytralitet. Kjernekraft er ikke bare forbundet med lite karbonutslipp, men medfører også en rekke negative konsekvenser. Kjernekraftproduksjonens radioaktive avfall har lang nedbrytningstid, og kan i enkelte tilfeller benyttes i våpenproduksjon. Videre vil et kjernekraftverk som vannkjøles fra en nærliggende innsjø, elv eller hav, vil på øke temperaturen i vannet og kunne påvirke økosystemet. Et kraftverk med kjøletårn slipper ut store mengder vanndamp som er en drivhusgass, selv om dette anses som en neglisjerbar bivirkning. Disse negative faktorene vil bidra til å drive ned verdien av en kraftavtale opprinnelsesgarantert ved hjelp av disclosure-sertifikater fra kjernekraft. Likevel har kjernekraft blitt mer stuerent gjennom årene<sup>74</sup>, og en voksende andel av befolkningen mener kjernekraft er den eneste langsiktige løsningen på verdens energibehov (ref. holdningsendring knyttet til kjernekraft fra kapittel 6). Sistnevnte kundemasse vil finne stor verdi i et kjernekraftalternativ, og vil ved sitt strømvalg gjøre det mer lukrativt å bygge nye kjernekraftverk.

En kraftavtale opprinnelsesgarantert ved fornybar energi vil gi størst verdi til kunden. Ikke bare impliserer en slik avtale at det ikke er forbundet karbonutslipp med strømproduksjonen, igjen ser vi bort fra livssyklusanalyser, men også at energien er

---

<sup>74</sup> Kapittel 6

fornybar. Dette tilsier en bærekraftig energibruk med tanke på fremtidige generasjoner. Det er dog nedsider forbundet med fornybar energi. Først og fremst er disse knyttet til estetisk forringelse av naturen. Vindmøller, solcellepaneler, demninger og fosser lagt i løp er langt fra pent å se på, og miljøvernorganisasjoner og lokalsamfunn har ofte protestert mot utbyggingen av denne typen kraftverk. Videre bør det nevnes at utnyttelsen av fornybare energikilder kan påvirke økosystemet, som for eksempel oppdemmede vassdrags innvirkning på fisks gytevaner. Det er imidlertid ingen tvil om at den grønne verdien fra opprinnelsesgarantier fra fornybar energi er mye større enn for de to karbonnøytrale alternativene.

Etter å ha snakket med flere aktører på det norske strømmarkedet etterlyses det en mer gjennomtenkt strategi rundt opprinnelsesgarantert/karbonnøytral strøm. En strømleverandør fortalte at grunnen til at de opprinnelsesgaranterte all strøm til privatmarkedet var at det kostet så lite – så hvorfor ikke? Et scenario som bør vurderes er å tilby alle de tre kraftavtalene omhandlet i denne oppgaven, i tillegg til en uspesifisert (restmiks) avtale, for å møte kunder med ulik grad av miljøansvar og merbetalingsvilje. Ved å tilby en diversifisert produktlinje viser leverandøren at miljøspørsmålet tas på alvor, og kunden kan selv velge hvilket alternativ den foretrekker. Det kan godt tenkes at en som er bekymret for miljøet, men har lav betalingsvilje og kun vil betale for uspesifiserte kraftavtaler, vil ønske å bytte over til en slik strømleverandør da selskapet oppnår status som miljøvennlig. For kunder som ønsker å betale mer for miljøvennlig strøm, avhenger valget av de ulike kraftavtalenes miljømessige merverdi. En svært miljøopptatt kunde vil kunne velge en kraftavtale dekket av opprinnelsesgarantier fra *ny* fornybar energi. Som nevnt i kapittel 7.2.1, innebærer det i hovedsak at strømmen er produsert ved et kraftverk som er satt i drift maks tre år før sertifikatet innløses. I beregningene kalles dette sertifikatet "New hydro-09". Kunden vil gjennom sitt valg av dette produktet, premiere både fornybar energiproduksjon, og *vekst* i andelen av slik produksjon. En kunde som er hovedsaklig opptatt av å begrense CO<sub>2</sub>-utslipp, vil velge karbonnøytrale produkter, som gir en lavere miljøverdi, men også til en billigere penge. Det bør nevnes at i tillegg til den miljømessige merverdien ved de ulike produktene, representerer valgfrihet i seg selv en unik verdi for kunden. På denne måten kan strømleverandøren tiltrekke seg nye samt hente ut merbetalingsvilje hos ulike miljøbevisste segmenter, og samtidig holde på kunder som ikke er opptatt av miljø.

Videre må strømleverandøren tørre å markedsføre produktene og kommunisere miljøbevissthet med kunden. Accenture Climate Change Study 2007 hevder at kunnskapen rundt klimaendringer er relativt lav i Norge, så økt opplysning fra strømleverandørene kan bidra til å øke interessen for miljøvennlig strøm i markedet. I fravær av slik opplysning, kan en ende i en situasjon hvor Norge eksporterer alle sine opprinnelsesgarantier fra fornybar energi, og vil risikere å stå igjen som miljøversting. Dette fordi den fornybare andelen i den nasjonale varedeklarasjonen da vil være oppspist av den ukjente/uspesifiserte andelen. Følgelig vil restmiksen levert gjennom uspesifiserte kraftavtaler ikke inneholde fornybar energi, annet enn den som eventuelt blir importert fra land som har en fornybar andel i sin varedeklarasjon. Det å skape bevissthet rundt denne problemstillingen kan bidra til å øke viljen til å inngå, og betale mer for, opprinnelsesgaranterte eller karbonnøytrale kraftavtaler.

Å tilby et bredt spekter av kraftavtaler med miljømessig merverdi vil være mest lønnsomt for store kraftleverandører, både av hensyn til å ha en tilstrekkelig kundemasse med ulike preferanser, men også på grunn av den faste avgiften knyttet til handel med opprinnelsesgarantier. Hvis en strømleverandør leverer differensierte kraftavtaler, blir merbetalingsviljen krevd for de opprinnelsesgaranterte avtalene høyere enn hvis leverandøren kun hadde levert én miljøvennlig kraftavtale. Dette fordi omsetningen pr tilbudte avtale avtar med antall tilbudte avtaler: En stor norsk strømleverandør har en årlig leveranse på 5 TWh. En antar at alle kundene bruker like mye strøm, og 54 % (2,7 TWh) av disse (ref Accenture Climate Change Study) er villige til å betale mer for miljøvennlig strøm. De 54 prosentene fordeler seg likt mellom kraftavtaler med opprinnelsesgaranti fra kjernekraft, fornybar energi, og et karbonkvotealternativ (0,9 TWh hver). Kritisk merbetalingsvilje fordeler seg da slik:

Instrument	0,9TWh	2,7TWh
Hydro-08	4,35 %	1,68 %
Nuclear-09 (est)	2,68 %	0,97 %
EUA Spot	0,81 %	0,81 %

Tabell 16 - Kritisk merbetalingsvilje for ulike instrumenter ved differensiert produktportefølje

En ser at kritisk merbetalingsvilje stiger for de to kraftavtalene som benytter seg av opprinnelsesgarantier, mens det for kvotealternativet forblir uendret. Som sagt er det i hovedsak den faste årlige avgiften som går til utstederen, og indirekte AIB, som drar opp

kritisk merbetalingsvilje for en kraftavtale som tar i bruk opprinnelsesgarantier. Følgelig blir det billigere dess flere kunder per avtale en har å dele kostnaden på. Den faste avgiften en må betale for å tilby et sertifikatprodukt, må betales til hver myndighet som utsteder produktene. Det vil si at om en ønsker å tilby både norske og svenske sertifikater, må en betale en fast avgift både til Statnett og Grexel. Eksempelet over innebærer dermed at leverandøren må betale en fast avgift til både Statnett og Grexel.

Som det fremgår av beregningene i kapittel 7 er den kritiske merbetalingsviljen for karbonkvotealternativet lavest ved leveranser under 3,3 TWh. Det er få strømleverandører i Norge som leverer mer enn 3,3TWh på årsbasis. Det er enda færre som kan forvente å levere et volum av denne størrelsesordenen for ett kraftprodukt, hvis de tilbyr flere ulike avtaler. Med andre ord er karbonkvotealternativet en meget aktuell kraftavtale. Dette er bakgrunnen for vektleggingen av scenario 3 i beregningene. Ved hjelp av karbonkvoter kan selv de minste norske leverandørene tilby en karbonnøytral kraftavtale, med kun en marginal økning av variable kostnader, og hente ut en potensiell stor margin med utgangspunkt i merbetalingsviljen i markedet. En annen fordel med dette alternativet er at karbonkvotemarkedet er et meget likvid og velfungerende marked til forskjell fra sertifikatmarkedet. EUA- og CER-kvoter handles på store børser og en strømleverandør har gode muligheter til å hedge seg mot prisendringer ved hjelp av futures og opsjoner. Et annet aspekt er den antatte prisøkningen på opprinnelsesgarantier<sup>75</sup>, som vil gjøre en slik avtale enda gunstigere. Før en kraftavtale karbonnøytralisert med kvoter kan markedsføres, må det antageligvis godkjenninger til fra markedsføringstilsynet og/eller EBL. Med utgangspunkt i den store miljøgevinsten og kraftavtalens anvendelighet, oppfordres det på det sterkeste til at disse instansene vurderer dette alternativet, og kommer frem til en godkjent måte for korrekt estimering av utslipp knyttet til levert strøm. Fremgangsmåten presentert i denne oppgaven, basert på samarbeid med flere av landets fremste eksperter på området, er et godt utgangspunkt for en slik vurdering.

---

<sup>75</sup> Statnett v/ Ulf Møller



## 10 Referanser

### 10.1 Telefon- og e-postkorrespondanse:

1. Fjordkraft AS (1. Desember 2008)
2. Laila Reed (høst 2008). Accenture, avdeling UKI Climate Change practice.
3. Lena Bratsberg (januar 2009). ICAP.
4. Lyse Energi AS (26. November 2008)
5. Ole Haugen (høst 2008). Ecohz.
6. Ulf Møller (høst 2008). Statnett.
7. Victor Norman (18. desember 2008), professor ved Norges Handelshøyskole. E-postkorrespondanse.

### 10.2 Avisartikler:

1. Finland satser på atomkraft. Sigurd Bjørnstad (8. desember 2008). Aftenposten Morgen. (desember 2008)
2. Kvoter i Grønn Gråsoner – Dagens Næringsliv (16. mars 2008)  
<[http://www.dn.no/forsiden/politikkSamfunn/article1352555.ece?action=print&WT.mc\\_id=dn\\_utskrift](http://www.dn.no/forsiden/politikkSamfunn/article1352555.ece?action=print&WT.mc_id=dn_utskrift)> (oktober 2008)
3. Lofty Pledge to Cut Emissions Comes With Caveat in Norway. New York Times. 23. september 2008.  
<<http://www.nytimes.com/2008/03/22/world/europe/22norway.html>> (november 2008)

### 10.3 Internettsteder:

1. Accenture Climate Change Consumer Study (oktober 2007). <  
<http://www.accenture.com/NR/rdonlyres/E213172C-A792-499C-84F8-058BE70D213E/0/ClimateChangeConsumerSurveyKeyfindings.pdf>> (oktober 08)

2. Air Pollution, John Hart (2008). Microsoft Encarta Online Encyclopedia 2008  
[http://encarta.msn.com/text\\_761577413\\_0/Air\\_Pollution.html](http://encarta.msn.com/text_761577413_0/Air_Pollution.html) (januar 2009)
3. Association of Issuing Bodies (AIB 2008).
  - a. European Energy Certificate System (EECS) <[http://www.e-control.at/portal/page/portal/AIB\\_HOME/AIB\\_ASS/EECS/CHAPTERS](http://www.e-control.at/portal/page/portal/AIB_HOME/AIB_ASS/EECS/CHAPTERS)>
  - b. GoO RES-E and RECS Domain Protocol for Norway <[www.aib-net.org](http://www.aib-net.org)>
4. Barak Obama on nuclear energy (2008). Youtube.  
 <<http://www.youtube.com/watch?v=UJlnwVCA2eY>> (desember 2008)
5. Betyr kvotemarkedet noe for kraftprisene. Torstein Bye. (2005). <[www.ssb.no](http://www.ssb.no)>
6. Bluenext.eu (2009). <<http://www.bluenext.eu/>> (januar 2009)
7. Bransjenorm for GoOer. Energibedriftenes landsforening (EBL, 2008).  
 <<http://www.ebl.no/article.php?articleID=543>> (desember 2008)
8. CO2 plan threatens new coal power plant. Jha og Macalister (2008). Guardian.  
 <<http://www.guardian.co.uk/environment/2008/jun/13/carboncapturestorage.fossilfuels1>> (januar 2009)
9. Efficient use of peat. <  
<http://www.bordnamona.com/corporate/index.jsp?&1nID=305&2nID=436&pID=462&nID=463>> (januar 2009)
10. El-deklarasjon 2007– Danmark vest. Dong Energy (2008).  
 <<http://www.dongenergy.dk/Pages/portalforside.aspx>> (desember 2008)
11. Energimyndigheten i Sverige (2008)  
 <<http://www.energimyndigheten.se/sv/foretag/Elcertifikat/Om-elcertifikatsystemet/>>  
 (november 2008)
12. Energinett (2008). Miljørapport for Danmark.  
 <<http://www.energinet.dk/da/menu/Forside.htm>> (november 2008)
13. Energipartner (2008).  
 <[http://www.energipartner.no/portal/page/portal/atel/int\\_no/services/renewable\\_energy.html](http://www.energipartner.no/portal/page/portal/atel/int_no/services/renewable_energy.html)> (oktober 2008)
14. Energy Production: Air Emissions. Indycap.org.  
 <[http://www.indycap.org/assets/uploads/USEPA\\_EnergyProductionAirEmissions.pdf](http://www.indycap.org/assets/uploads/USEPA_EnergyProductionAirEmissions.pdf)> (januar 2009)

15. European Climate Exchange (2008)  
<[http://www.europeanclimateexchange.com/default\\_flash.asp](http://www.europeanclimateexchange.com/default_flash.asp)> (desember 2008)
16. European Energy Exchange (EEX 2009).  
<<http://www.eex.com/en/Download/Market%20Data>> (januar 2009)
17. Folk vil ha grønn energi. Atle Anderson (2006). <  
<http://www.bt.no/miljo/article233299.ece?click=C4>> (januar 2009)
18. Friends of the Irish environment.  
<<http://friendsoftheirishenvironment.net/friendswork/index.php?do=friendswork&action=view&id=702>> (januar 2009)
19. Gasskraftverk i Norge. Energilink (2008).  
<<http://energilink.tu.no/leksikon/gasskraftverk.aspx>> (oktober 2008)
20. Germany plans boom in coal-fired power plants – despite high emissions. Roland Nelles (2007). Spiegel online.  
<<http://www.spiegel.de/international/germany/0,1518,472786,00.html>> (januar 2009)
21. GHG emissions per sector. Eurostat (2009).  
<[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?\\_pageid=1996,39140985&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL&screen=detailref&language=en&product=REF\\_TB\\_environment&root=REF\\_TB\\_environment/t\\_env/t\\_env\\_air/tsdcc210](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=1996,39140985&_dad=portal&_schema=PORTAL&screen=detailref&language=en&product=REF_TB_environment&root=REF_TB_environment/t_env/t_env_air/tsdcc210)> (januar 2009)
22. Global Warming. Natural Resource Defense Council (12. oktober 2008),  
<http://www.nrdc.org/globalWarming/fcons.asp> (desember 2008)
23. Green nuclear power coming to Norway. Liz Williams (2008). Cosmos Magazine,  
<http://www.cosmosmagazine.com/news/1341/green-nuclear-power-coming-norway>  
(desember 2008)
24. Greenhouse gases regulated under the Kyoto protocol. International Emission Trading Association (IETA 2008).  
<<http://www.ieta.org/ieta/www/pages/index.php?IdSitePage=122>> (oktober 2008)
25. Greenpeace (25. Januar. 2009). <<http://www.greenpeace.org/china/en/news/ailun-obama>> (januar 2009)
26. Grexel Systems Ltd, (November 2008)
  - a. Forside: <<https://www.grexcmo.com/>>

- b. Eksportstatistikk:  
 <<https://www.grexcmo.com/public/statistics/DomainExportReport.asp>>  
 (desember 2008)
27. Guided Tour on Wind Energy (2002). Side 67-68. <<http://www.heliosat3.de/e-learning/wind-energy/windpowr.pdf>> (november 2008)
28. ICAP Energy (desember 2008). <<http://icapenergy.com/EU/default.aspx>>
29. Kommisjonen foreslår ny klimapakke for EU (mars 2008). Europaveien.  
 <<http://www.europaveien.no/shownewsintro.asp?id=943>> (november 2008)
30. Lough Ree Power Station, Lanesboro, Ireland. Wicker og Hanifin (2005). <  
[http://findarticles.com/p/articles/mi\\_qa5392/is\\_200508/ai\\_n21377113/pg\\_2?tag=artBody;col1](http://findarticles.com/p/articles/mi_qa5392/is_200508/ai_n21377113/pg_2?tag=artBody;col1)> (januar 2009)
31. Miljødepartementet (2008)
- a. Et klimavennlig Norge. (4. Oktober 2006)  
 <<http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/dok/NOU-er/2006/NOU-2006-18/11.html?id=392448>> (september 2008)
  - b. Konklusjoner og anbefalinger. (4. Oktober 2006).  
 <<http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/dok/NOU-er/2006/NOU-2006-18/3.html?id=392354>> (september 2008)
32. Naturkraft (2008). <[http://www.naturkraft.no/default.asp?V\\_ITEM\\_ID=444](http://www.naturkraft.no/default.asp?V_ITEM_ID=444)> (2008)
33. Nordel (2007-2008). Organisasjon for Nordiske kraftnettopperatører.  
 <<http://www.nordel.org/Content/Default.asp>> (November 2008)
34. Nordisk Ministerråd (14.10.2008). <  
<http://www.norden.org/webb/news/news.asp?lang=3&id=8127>> (november 2008)
35. Nordpool (desember 2008). <[www.nordpool.com](http://www.nordpool.com)> (11. desember 2008)
36. Norges og EUs kvotemarked. Cathrine Hagem (2007)  
 <[http://www.frisch.uio.no/NAEE/2007/Hagem\\_Norges\\_og\\_EUs\\_kvotemarked\\_NAEE\\_2007.ppt](http://www.frisch.uio.no/NAEE/2007/Hagem_Norges_og_EUs_kvotemarked_NAEE_2007.ppt)> (februar 2009)
37. Norges Naturvernforbund (2008) <<http://www.naturvern.no/cgi-bin/naturvern/imaker?id=120605>> (januar 2009)
38. Norges Vassdrags- og Energidirektorat (2008).

- a. Energiproduksjon (2008)  
<[http://nve.no/modules/module\\_109/publisher\\_view\\_product.asp?iEntityId=10082](http://nve.no/modules/module_109/publisher_view_product.asp?iEntityId=10082)> (20. Oktober 2008)
  - b. Varedeklarasjon 2007 (2008).  
<[http://www.nve.no/modules/module\\_109/publisher\\_view\\_product.asp?iEntityId=10393](http://www.nve.no/modules/module_109/publisher_view_product.asp?iEntityId=10393)> (oktober 2008)
  - c. Imorterte of Eksporterte opphavsgarantier (2008)  
<[http://www.nve.no/modules/module\\_109/publisher\\_view\\_product.asp?iEntityId=11474](http://www.nve.no/modules/module_109/publisher_view_product.asp?iEntityId=11474)> (desember 2008)
  - d. Forslag til endringer i forskrift om måling og avregning mv. (2006).  
<<http://www.nve.no/FileArchive/261/M%C3%A5ling,%20avregning%20mv.pdf>> (desember 2008)
39. Nuclear Energy – Assessing the emissions. Kurt Kleiner and Jim Rico (2008). Nature Reports. <<http://www.nature.com/climate/2008/0810/full/climate.2008.99.html>> (desember 2008)
40. Olje- og energidepartementet (2008). Kraftsituasjonen - spørsmål og svar.  
<<http://www.regjeringen.no/nb/dep/oed/Ryddemappe/oed/norsk/nettmote/Kraftsituasjonen-sporsmal-og-svar.html?id=413653>> (oktober 2008)
41. Oslo Børs (2009) – derivatbrosjyrer. <<http://www.oslobors.no/ob/derivatbrosjyrer>> (februar 2009)
42. Pressure for EU biofuel target to be reconsidered. McDermott, Will og Emery (2008).  
<[http://www.mwe.com/index.cfm/fuseaction/publications.nldetail/object\\_id/41374b95-d734-4a32-8ef1-e0f7d5790578.cfm](http://www.mwe.com/index.cfm/fuseaction/publications.nldetail/object_id/41374b95-d734-4a32-8ef1-e0f7d5790578.cfm)> (januar 2009)
43. Progress RES-E (mars 2008). Europeiske Kommisjon.  
<<http://www.managenergy.net/products/R1601.htm>> (november 2008)
44. Renewability revisited: on folly and swindle in peat energy politics. Hans Joosten. <<http://www.imcg.net/imcgnl/nl0104/kap12.htm>> (januar 2009)
45. Statnett (2008).
- a. Domain Protocol – RECS and GoO RES-E Norway.  
<<http://www.statnett.no/Documents/Kraftsystemet/Energisertifikater/FAQ/GoO-RES-E-RECS-DP-Norway-v1.0.pdf>> (oktober 2008)

- b. Varedeklarasjoner (13. juni 2008).  
<<http://www.statnett.no/no/Kraftsystemet/Energisertifikater/Varedeklarasjoner/>> (oktober 2008)
- 46. Stern Review– Part IV (30. Oktober 2006)  
<<http://www.occ.gov.uk/activities/stern.htm>> (oktober 2008)
- 47. The EU and Renewable Energy Sources – Main policies and Documents. Maria Gjølberg (2004). <[http://www.prosus.uio.no/english/pub\\_gov/susten/RES-Epaper\\_010604.pdf](http://www.prosus.uio.no/english/pub_gov/susten/RES-Epaper_010604.pdf)> (november 2008)
- 48. Thorium as an energy source - opportunities for Norway, Thorium Committee, Dieter Røhrich, UiB & CERN (2008). <<http://www.snf.no/energiformef/nyheter.htm>> (desember 2008)
- 49. Youtube
  - a. Barak Obama on nuclear energy (2008). Youtube.  
<<http://www.youtube.com/watch?v=UJlnwVCA2eY>> (desember 2008)
  - b. Reklame fra Norges Energi (produsert 2007)  
<<http://www.youtube.com/watch?v=NThVzybucNs>> (januar 2009)
- 50. Wikipedia
  - a. Kyoto Protocol (2008). <[http://en.wikipedia.org/wiki/Kyoto\\_protocol](http://en.wikipedia.org/wiki/Kyoto_protocol)> (16. september 2008 og januar 2009)
  - b. Nuclear Energy (2008)

#### 10.4 Boklitteratur:

Alvar B. de Wolff (2006). Arbitrage opportunities between EU Emission Allowances and Certified Emission Reductions. Universitetet i Groningen.

<<http://www.iqweb.org/arbitrage.pdf>>

Fullerton, McDermott & Caulkins (1996). Sulfur Dioxide Compliance of a Regulated Utility. Journal of Environmental Economics and Management.

Hagberg og Holmgren (2008). The climate impact of future energy peat production.

<<http://www3.ivl.se/rapporter/pdf/B1796.pdf>>

Neil Schofield (2007). Commodity Derivatives.

<http://books.google.com/books?id=QFfsjCLD740C&pg=PA256&dq=eua+cer+more+expensive&hl=no>

Robert S. Pindyck, Daniel L. Rubinfeld (2000). Microeconomics. 5. Utgave, illustrert. Prentice Hall.

Amory B. Lovins (2005). More Profit With Less Carbon - Scientific American (article 0905074).  
[www.sciam.com](http://www.sciam.com)

# 11 Appendiks

## 11.1 Innføring i elektrisitetmarkedet

### 11.1.1 Energisparing

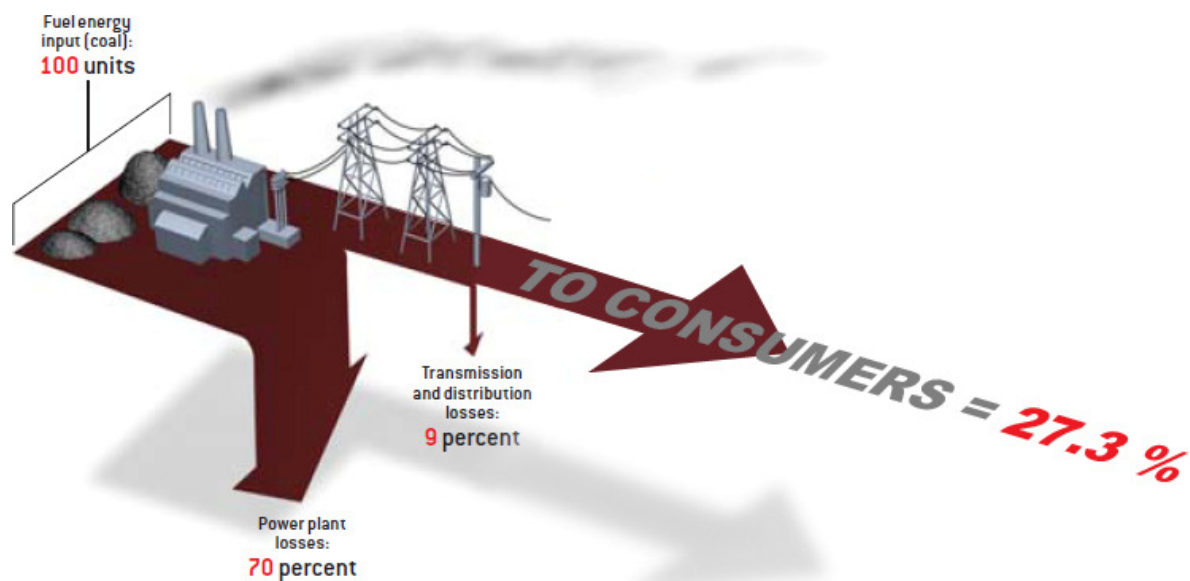
I tidsskriftet Scientific American<sup>76</sup> hevdes det at klimareducerende tiltak, hvis gjort riktig, vil kunne være kostnadsbesparende, og ikke økende slik som det kan gi inntrykk av ved første øyekast. Dette er mulig gjennom en effektivisering av energibruken, på grunn av at det er mer kostnadsbesparende å spare fossilt brennstoff, enn å kjøpe det. Blant bedrifters økte satsing på slike tiltak trekkes det amerikanske konglomeratet DuPont frem, som eksempelvis har økt produksjonen med 30 % samtidig som energibruken er redusert med 7 % og utslipp av drivhusgasser er redusert med 72 %. I et aggregert perspektiv bruker USA i dag 47 % mindre energi per dollar produsert vare sammenliknet med for 30 år siden.

Energieffektiviseringen har et enormt potensial for videre forbedring. Den mest åpenbare årsaken til at den nåværende sløsing foregår i millioner av steder, som hver for seg ikke har betydelig innvirkning. Scientific American etterlyser derfor en storstilt informasjonskampanje for å informere brukere verden rundt om enkle tiltak i hverdagen som i sum vil kunne spare samfunnet for mange 1000 MWh. Følgende illustrasjon gir et bilde av tapet som forekommer i hvert ledd fra oppstrømproduksjon i et kullkraftverk til sluttbruker av elektrisitet:

---

<sup>76</sup> Amory B. Lovins (2005) More Profit With Less Carbon - Scientific American (article 0905074)  
[www.sciam.com](http://www.sciam.com)





Figur 13: Effektivitetstap forbundet med kraftproduksjon og –transport

Illustrasjonen viser at de største tapene forekommer i produksjonsleddet, gjennom et effektivitetstap ved omgjøring av råvarer til elektrisitet. Små endringer i nedstrømskonsum kan få store konsekvenser i oppstrømsproduksjon av elektrisitet og bruk av råvarer.

### 11.1.2 Gasskraftverk i Norge

På fastlands-Norge er det i den senere tid blitt bygget ett og gitt konsesjon til opptil flere gasskraftverk. 1. November 2007 var oppstart for Naturkrafts gasskraftverk på Kårstø i Rogaland. Kraftverket fikk før byggestart garanti fra myndighetene på at de ut 2007 skulle få tildelt CO<sub>2</sub>-kvoter for 95 % av sine utslipp.<sup>77</sup> Ved å tildele et kraftverk CO<sub>2</sub>-kvoter for tilnærmet 100 % av utslippet, så vil i praksis bedriften verken bli påvirket av kvoteprisen eller ha incentiver til å redusere utslipp. Dette er under forutsetning av at kraftverket ikke kan nedjustere produksjonen og selge de overflødige kvotene.

I 2008 skulle det vise seg at myndighetene valgte å redusere tildelingen av utslippskvoter til kraftverket betydelig. Kårstø fikk kun utdelt kvoter for 320 000 tonn CO<sub>2</sub>, mot en forventet tildeling på 800 000. Ved full kapasitetsutnyttelse produseres det 3,5 TWh og slipper ut 1 200 000 tonn CO<sub>2</sub><sup>78</sup>. Anlegget vil i dette tilfellet være i drift så lenge en holder seg innenfor utslippstildelingen, og vurdere operativ drift utover dette hvis kraftprisene overstiger driftskostnadene inklusive karbonkvoter.

<sup>77</sup> Betyr egentlig kvotemarkedet noe for kraftprisene? Rosendahl og Bye 2005, [www.ssb.no](http://www.ssb.no)

<sup>78</sup> Naturkraft, [www.naturkraft.no](http://www.naturkraft.no)

### 11.1.3 CO<sub>2</sub>-fangst

Interessen for å utvikle metoder for lagring og fangst av CO<sub>2</sub> fra kraftverk har de senere år vært stor. FNs klimapanel har gjennom en spesialrapport (IPCC 2005) anslått at verdens karbonutslipp kan tilnærmet halveres ved bruk av CO<sub>2</sub>-lagring.<sup>79</sup> Nødvendig teknologi for å gjennomføre lagring og fangst er imidlertid svært avansert, og foreløpig befinner den seg på et tidlig stadium.

#### 11.1.3.1 Fangst av CO<sub>2</sub>

Det finnes tre hovedmetoder for fangst av CO<sub>2</sub> ved gasskraftverk; post-combustion, pre-combustion og oxy-fuel.<sup>79</sup> Den første og hittil mest utviklede teknologi skiller ut CO<sub>2</sub> fra eksosen til kraftverket ved hjelp av kjemisk rensing. Pre-combustion skiller ut CO<sub>2</sub> fra drivstoffet før forbrenning, ved å sende gassen gjennom en hydrogenblanding. Denne er noe mer teknologisk avansert enn post-combustion. Med oxy-fuel-teknologi drives forbrenningen i gassturbinen med ren oksygen, og CO<sub>2</sub> skilles da forholdsvis lett ut etter prosessen. Oxy-fuel er den mest kostbare per mengde CO<sub>2</sub> skilt ut av de tre teknologiene. Ingen av teknologiene er foreløpig prøvd ut på et storskalakraftverk, og det er derfor knyttet stor usikkerhet til kostnad og ytelse for slik teknologi.

#### 11.1.3.2 Lagring av CO<sub>2</sub>

Norge har drevet lagring av CO<sub>2</sub> siden 1996, og har siden det opparbeidet seg god kunnskap om feltet. Ved å pumpe karbondioksid ned i olje og gassreservoarer øker det utvinningsgraden, samtidig som den holdes tett slik den allerede har gjort i flere millioner år. Lagring i olje og gasslagre som ikke lenger er i drift er også en god løsning. Ved Snøhvitfeltet på Melkøya i Hammerfest vil en kunne pumpe 700 000 tonn CO<sub>2</sub> ned i et reservoar 2600 meter under havoverflaten.

Den 30. Januar 2009 la regjeringen frem en proposisjon for Stortinget hvor de foreslo å investere i et senter for fangst av CO<sub>2</sub> på Mongstad, like nord for Bergen. Anslag på total investeringskostnad er på 5,2 milliarder norske kroner.

---

<sup>79</sup> Regjeringen.no (2009) <http://www.regjeringen.no/nb/dep/oed/tema/co2/fangst-transport-og-lagring-av-co2.html?id=443518>

## 11.2 Modell – Karbonnøytralisering ved hjelp av kvoter

Med utgangspunkt i varedeklarasjonen beregnes CO<sub>2</sub>-utslipp forbundet med 1 kWh levert i Norge:

5 % av endelig nasjonal varedeklarasjon for 2007 er import<sup>80</sup>. Innen de fem har 4 % opphav i Russland, 72 % kommer fra Sverige, 22 % fra Danmark og 2 % fra Finland. Karbonutslippene forbundet med denne importen er beregnet med utgangspunkt i produksjonsmiksen til de respektive landene. Ved å vite hvor stor andel av strømproduksjonen i et gitt land som kommer fra strøm produsert med et gitt brensel, kan vi gange denne andelen med CO<sub>2</sub> utslippet forbundet med en kWh produsert med den respektive energikilden. Utslippene forbundet med ulike typer kraftverk er beregnet ved hjelp av et utvalg nordiske kraftverk<sup>81</sup>. Denne fremgangsmåten benyttes på import fra Sverige og Finland. For Danmark og Russland har vi tilstrekkelig informasjon til at det ikke er nødvendig med noen beregninger.

### 11.2.1 Russland

Den direkte importen fra Russland kommer kun fra ett spesifikt vannkraftverk<sup>80</sup>. Importen fra Russland bidrar dermed ikke til økt karbonutslipp forbundet med strøm levert i Norge.

### 11.2.2 Danmark

Danmark ligger veldig langt fremme hva varedeklarasjoner for strøm angår. EnergiNet, som er Danmarks svar på Statnett, gir i sin årlige miljørapport gode estimater på hvor mye CO<sub>2</sub>-utslipp det er forbundet med en kilowattime levert i Øst-Danmark og Vest-Danmark. Landet er inndelt i to regioner, da strømmnettene i disse regionene er fysisk adskilt. Da disse nettene ikke er koblet sammen, er det heller ingen direkte eksport mellom regionene. Det kun er Vest-Danmark som har direkte forbindelse med Norge, og det er følgelig utslippstallene fra denne regionen vi benytter for å gi et anslag på utslippene forbundet med 1kwh strøm importert fra Danmark. Det slippes ut 468 Kg CO<sub>2</sub> pr kWh levert fra Vest-Danmark.<sup>82</sup>

---

<sup>80</sup> NVE (2008), [http://www.nve.no/modules/module\\_109/publisher\\_view\\_product.asp?iEntityId=10393](http://www.nve.no/modules/module_109/publisher_view_product.asp?iEntityId=10393)

<sup>81</sup> Presenteres senere i appendiks

<sup>82</sup> EI-deklaration 2007 – Danmark Vest, Dong Energy, <http://www.dongenergy.dk/Pages/portalforside.aspx>

	Øst-Danmark	Vest-Danmark
<b>Eksport (GWh)</b>	3233	8041
<b>Andel av eksport til Norge</b>	0 %	100 %
<b>Kg CO<sub>2</sub> ved forbruk av 1 kWh Øst-Danmark</b>		571
<b>Kg CO<sub>2</sub> ved forbruk av 1 kWh Vest-Danmark</b>		468
<b>Totalt Kg CO<sub>2</sub> pr kWh</b>	468	

Tabell 17 - Kilde: Miljørapport 2008, EnergiNet og EI-deklaration 2007, Dong Energy

### 11.2.3 Sverige

Sverige har en lite detaljert varedeklarasjon sammenlignet med Danmark. For å estimere utslippene forbundet med en kWh importert fra Sverige, tas det utgangspunkt i Sveriges produksjonsmiks, og denne justeres så for handel med opprinnelsesgarantier. Når en opprinnelsesgaranti på fornybar strøm utstedt i Sverige blir innløst, er rettighetene til denne strømmen "beslaglagt", slik at en ikke kan hevde å importere denne strømmen. Eksport av opprinnelsesgarantier for fornybar energi må dermed trekkes fra produksjonsmiksen. Opprinnelsesgarantier innløst i Sverige må også trekkes fra, men det er her viktig å merke seg at andel av de innløste opprinnelsesgarantiene er import fra andre land. Det er kun innløste opprinnelsesgarantier som stammer fra svenske kraftverk som er av interesse.

<b>Opprinnelsesgarantier RES-E - Sverige 2007</b>	
<b>Innløst</b>	19 732 466
<b>Eksportert</b>	6 845 721
<b>Importert</b>	1 946 004
<b>Sum</b>	24 632 183

Tabell 18 - Kilde: GrexCMO

Som nevnt tidligere i oppgaven har Sverige en tvungen sertifikatordning, som tildeler sertifikater til nye kraftverk som produserer fornybar energi. Disse sertifikatene blir kjøpt av Svenske strømleverandører. Norge kan derfor ikke hevde å importere kraft fra de kraftprodusentene som omfattes av denne ordningen. Svenske pliktige el-sertifikater må

følgelig trekkes fra produksjonsmiksen. Det ble utstedt 13 214 020 el-sertifikater i 2007<sup>83</sup>.

Totale sertifikater som må trekkes fra da er dermed  $24\,632\,183 + 13\,214\,020 = 32\,082\,797$ .

For å korrigere den opprinnelige produksjonsmiksen for opprinnelsesgarantiene og el-sertifikater, opprettes det en uspesifisert/ukjent andel som består av fornybar strøm, men hvor rettighetene til denne har blitt solgt (se tabell under). Denne andelen blir på 32 082 797 (sum opprinnelsesgarantier og el-sertifikater) dividert på 145 087 000 (total svensk strømproduksjon i 2007) og er lik 26,09 %. Denne andelen er kalt "sertifikatandel - RES-E" i tabellen. Ved å trekke sertifikatandelen fra andelen fornybar produksjon, sitter en igjen med den svenske fornybare strømproduksjonen som en kan hevde å importere. For 2007 blir andelen  $53 \% - 26,09 \% = 26,91 \%$ . Det er ikke mulig å si noe om CO<sub>2</sub> utslippene forbundet med sertifikatandelen, og denne må dermed fjernes. De resterende andelene blir oppjustert med en felles faktor, slik at sum importert miks er 100 %, mens den fornybare andelen holdes fast<sup>84</sup>.

	Produksjonsmiks 07	Justert for sertifikater	Endelig importert miks
<b>Sertifikatandel - RES-E</b>		26,09 %	
<b>Fornybar produksjon</b>	53,00 %	26,91 %	26,91 %
<b>Kjernekraft</b>	44,31 %	44,31 %	68,91 %
<b>Kullkraft</b>	0,62 %	0,62 %	0,96 %
<b>Olje</b>	0,55 %	0,55 %	0,86 %
<b>Torv</b>	0,07 %	0,07 %	0,11 %
<b>Naturgass</b>	0,83 %	0,83 %	1,29 %
<b>Andre</b>	0,62 %	0,62 %	0,96 %
	100,00 %	100,00 %	100,00 %

Tabell 19 - Andeler av ulike strøm importert fra Sverige

Den endelige importerte miksen kan nå ganges opp med tall for utslipp knyttet til de ulike energikildene benyttet i strømproduksjonen, for å få et anslag på hvor mye CO<sub>2</sub> det er forbundet med importert strøm fra Sverige.

<sup>83</sup> Energimyndigheten, Sverige

<sup>84</sup> Dette er en anerkjent estimeringsmetode, som er avklart med Echoz

#### 11.2.4 Finland

Finland har på samme måte som Sverige en lite detaljert varedeklarasjon, og hevder for enkelthets skyld at de leverer strømmiksen på NordPool<sup>85</sup>. Dette er ikke tilstrekkelig detaljert for vår modell og en slik påstand innebærer dobbelttelling av opprinnelsesgarantier. Vi vil derfor benytte oss av samme fremgangsmåte som vi brukte for Sverige, for å estimere utslippene per kWh produsert i Finland. Finland har til forskjell fra Sverige ingen tvungen el-sertifikatordning. Derimot handler Finland med opprinnelsesgarantier for strøm produsert ved torvkraftverk. I denne utredningen klassifiseres ikke torv som fornybart brensel<sup>86</sup>, og dette legger føringer for hvordan disse sertifikatene må behandles i beregningen av endelig importert miks fra Finland.

Summen av eksporterte og innløste finske opprinnelsesgarantier knyttet til fornybar produksjon, brukes for å finne andelen fornybar produksjon som Norge kan hevde å importere.

Opprinnelsesgarantier RES-E - Finland 2007	
<b>Innløst</b>	623 287
<b>Eksport</b>	3 435 468
<b>Import</b>	315 010
<b>Netto</b>	3 743 745

Tabell 20 - Kilde: GrexCMO

Dette tilsvarer en sertifikatandel - RES-E på 4,81 % av total finsk strømproduksjon. Videre summerer vi nettoeksport og innløste opprinnelsesgarantier knyttet til strøm produsert ved torvkraftverk, og bruker dette for å finne andel strøm produsert med torv Norge må hevde å importere. Merk at Finlands handel med opprinnelsesgarantier knyttet til torv kommer positivt ut for Norge, da dette fjerner en andel CO<sub>2</sub>-belastet energiproduksjon. Det er vesentlige CO<sub>2</sub>-utslipp knyttet til strømproduksjon med torv som brensel, og med forutsetningen at torv ikke er en karbonnøytral energikilde er det ønskelig at denne andelen er så liten som mulig.

<sup>85</sup> Ole Haugen, EBL

<sup>86</sup> Se appendiks kapittel 11-5 Torv

Opprinnelsesgarantier, torv - Finland 2007	
<b>Innløst</b>	59 534
<b>Eksport</b>	1 482 386
<b>Import</b>	0
<b>Netto</b>	1 541 920

Tabell 21 - Kilde: GrexCMO

Andelen av strøm produsert med torv som brensel, men hvor rettighetene til denne produksjonen har blitt solgt gjennom opprinnelsesgarantier tilsvarende 1,98 % av total strømproduksjon i Finland.

	Produksjonsmiks 07	Justert for sertifikater	Endelig importert miks
<b>Sertifikatandel - RES-E</b>		4,81 %	
<b>Sertifikatandel - torv</b>		1,98 %	
<b>Fornybar produksjon</b>	31,70 %	26,89 %	26,89 %
<b>Kjernekraft</b>	28,93 %	28,93 %	32,21 %
<b>Kullkraft</b>	17,23 %	17,23 %	19,19 %
<b>Olje</b>	0,44 %	0,44 %	0,49 %
<b>Torv</b>	8,50 %	6,52 %	6,52 %
<b>Naturgass</b>	13,19 %	13,19 %	14,69 %
<b>Andre</b>	0,00 %	0,00 %	0,00 %
	100,00 %	100,00 %	100,00 %

Tabell 22 - Andeler av ulike strøm importert fra Finland

Samme fremgangsmåte som for Sverige er benyttet, hvor sertifikatandelene trekkes fra tilhørende produksjonsandel. Sertifikatandelene blir i neste omgang fjernet fra miksen, ved å oppjustere de resterende produksjonsandelene som ikke er berørt av sertifikathandel. Resultatet er en endelig importert miks vi kan bruke til å anslå CO<sub>2</sub> utslipp forbundet med en kWh importert fra Finland

## 11.2.5 Usikkerhet

### 11.2.5.1 Usikkerhet knyttet svensk og finsk import

Sverige og Finland er selv importører av strøm. Ved å dele det respektive landets import på den totale strømmen som har eksistert på landets nett i løpet av 2007 (total produksjon +

netto import), finner en hvor stor andel svensk og finsk import utgjør i den norske varedeklarasjonen for 2007<sup>87</sup>:

	Sverige	Finland
<b>Import (GWh)</b>	18 462	16 507
<b>Produksjon + netto import</b>	146 402	90 434
<b>Andel</b>	12,61 %	18,25 %
<b>Andel av norsk varedeklarasjon</b>	1,45 %	0,06 %
<b>Totalt</b>		1,51 %

Tabell 23 - Andelen import i Sverige og Finland utgjør av norsk varedeklarasjon for 2007

Finsk og svensk import skulle optimalt blitt beregnet på samme måte som for Norge. På grunn av oppgavens omfang, blir denne importen behandlet som ukjent. Dette gir en usikkerhet modellen på 1,51 %. En alternativ fremgangsmåte er å forutsette at importen 38 % kjernekraft og 62 % fossil kraft tilsvarende gjennomsnittet i Europa<sup>88</sup>. Dette er dog en meget forenklet tilnærming som ikke nødvendigvis gir et mer nøyaktig svar.

#### 11.2.5.2 Usikkerhet knyttet til utslipp

Beregningene har tatt for seg CO<sub>2</sub>-utslipp fra kraftverk, men har ikke inkludert de andre drivhusgassene. Det har ikke lyktes å finne utslippsdata utover CO<sub>2</sub>-utslipp i tilstrekkelig omfang. Dette medfører en underestimering av klimagassutslippene knyttet til en gitt energiproduksjon. Dette vil igjen føre til at en i et karbonnøytraliseringsscenario kjøper færre CO<sub>2</sub>-kvoter enn nødvendig for å dekke inn alle utslippene. Løsningen vil være å finne mer omfattende utslippsdata, omregne funnene til CO<sub>2</sub>-ekvivalenter og implementere dem i modellen.

#### 11.2.5.3 Livssyklusanalyser (LCA)

Denne utredningen tar ikke for seg hele livssyklusen til kraftverk ved utslippsberegning, men kun utslipp under den operative fasen. (Se publikasjoner av forsker Benjamin K. Sovacool ved National University of Singapore for ytterligere informasjon om livssyklusanalyser til kjernekraftverk og fornybare energikilder). Livssyklusanalyser innebærer beregning av karbonutslipp forbundet med et kraftverk fra konstruksjon til

<sup>87</sup> Utregning for Sverige: Vi vet at 72 % av importen i norsk varedeklarasjon kommer fra Sverige. Vi behandler 16 % av varedeklarasjonen som import (se forklaring over).  $16 \% * 72 \% * 12,61 \% = 1,45 \%$

<sup>88</sup> Ecohz v/Pål Visnes



demontering. Det vil si at det er karbonutslipp forbundet med alle kraftverk. Selv om et vannkraftverk er fornybart og per definisjon karbonnøytralt er det forbundet karbonutslipp med for eksempel byggingen av kraftverket. Det at vi ikke gjør livssyklusanalyser fører dermed til at vi underestimerer antall kvoter en må kjøpe for å virkelig kunne hevde og tilby karbonnøytral strøm. På den annen side er heller ikke karbonutslipp forbundet med livssyklusen til et kjernekraftverk tatt hensyn til når en hevder at et opprinnelsesgarantert produkt basert på kjernekraft er karbonnøytralt. Det samme gjelder for kraftverk som baserer seg på fornybare energikilder. Dermed vil det at livssyklusanalyser er utelukket i seg selv ikke påvirke sammenlignbarheten mellom scenarioene.

### 11.2.6 Utslipp forbundet med ulike typer kraftverk

Utslippstallene for kull, er beregnet ved å ta CO<sub>2</sub> utslipp, målt ved kg CO<sub>2</sub> pr MWh strøm produsert ved ti av de største kullkraftverkene i Norden, og så beregne gjennomsnittet. For torv, naturgass og olje har vi hentet tall fra fem nordiske kraftverk for hvert brensel. En skulle optimalt sett ha hatt tall fra flere kraftverk, men det er et begrenset antall kraftverk som er fyrt på de ulike energikildene i Norden.

Kraftverknavn	Brensel	Land	kg CO <sub>2</sub> /MWh
<b>MERI-PORI</b>	Kull	Finland	1031,0
<b>INKOO</b>	Kull	Finland	1129,4
<b>NAANTALI</b>	Kull	Finland	1190,7
<b>KRISTIINA</b>	Kull	Finland	1144,4
<b>VASKILUOTO</b>	Kull	Finland	1162,6
<b>VARTAVERKET</b>	Kull	Sverige	936,2
<b>ASNAES</b>	Kull	Danmark	1121,3
<b>NORDJYLLANDSVAERKET</b>	Kull	Danmark	1047,3
<b>AMAGER</b>	Kull	Danmark	1077,3
<b>ESBJERG</b>	Kull	Danmark	1044,2
<b>Gjennomsnitt</b>			1088,4

Tabell 24 - Utslipp fra kullkraftverk. Kilde: Carma.org

Som kontrollsjekk på resultatene sammenlignes disse med tall fra internasjonale studier. En studie utført av Institute for Applied Ecology Darmstadt, som ble publisert i forbindelse med

en artikkel i Der Spiegel<sup>89</sup>, oppgir 1051 kg CO<sub>2</sub> pr MWh som gjennomsnittlig utslipp fra tyske gasskraftverk i 2006. Dette tallet ligger meget tett opptil gjennomsnittet fra de nordiske kraftverkene, og vi anser derfor 1088,4 kg CO<sub>2</sub> pr MWh som et plausibelt resultat. Det må dog nevnes at det tyske studiet omfatter livssyklusanalyser. Tall<sup>90</sup> fra det amerikanske U.S. Environmental Protection Agency tilsier at amerikanske kullkraftverk i gjennomsnitt slipper ut 1020,129 kg CO<sub>2</sub> pr MWh, som også er i samme størrelsesorden som det nordiske gjennomsnittet.

Kraftverknavn	Brensel	Land	kg CO <sub>2</sub> /MWh
KARLSHAMN	Olje	Sverige	428,6
KELLOSAARI	Olje	Finland	492,6
VANAJA GT	Olje	Finland	530,7
KRISTIINA FINGRID	Olje	Finland	522,1
HUUTOKOSKI	Olje	Finland	677,7
<b>Gjennomsnitt</b>			<b>530,3</b>

Tabell 25 - Utslipp fra oljekraftverk. Kilde: Carma.org

En artikkel<sup>91</sup> publisert i den britiske avisen The Guardian, hevder at eksisterende oljekraftverk i gjennomsnitt slipper ut 590 kg CO<sub>2</sub> pr MWh. Dette tilsier at det Nordiske gjennomsnittet er plausibelt. Det må dog nevnes at tall fra U.S. Environmental Protection Agency angir 730 kg CO<sub>2</sub> pr MWh som gjennomsnittlig utslipp fra amerikanske oljekraftverk. Den store forskjellen kan tyde på at våre nordiske data er feil, eller at mindre oljeaggregater som forurensere mer er inkludert i det amerikanske studiet. Vi velger å bruke det estimerte nordiske gjennomsnittet videre i oppgaven, basert på at vi anser Carma.org som en troverdig kilde og at estimatet sammenfaller med dataene presentert i The Guardian.

<sup>89</sup> Roland Nelles (2009), Spiegel online, <http://www.spiegel.de/international/germany/0,1518,472786,00.html>

<sup>90</sup> Indycap.org, [http://www.indycap.org/assets/uploads/USEPA\\_EnergyProductionAirEmissions.pdf](http://www.indycap.org/assets/uploads/USEPA_EnergyProductionAirEmissions.pdf)

<sup>91</sup> Jha og Macallister (2008) Guardian.

<http://www.guardian.co.uk/environment/2008/jun/13/carboncapturestorage.fossilfuels1>

Kraftverknavn	Brensel	Land	kg CO <sub>2</sub> /MWh
VUOSAARI	Naturgass	Finland	328,9
SKAERBAEK	Naturgass	Danmark	485,8
HC ORSTED	Naturgass	Danmark	517,5
PORVOO	Naturgass	Finland	445,0
KAARSTO NATURKRAFT	Naturgass	Norge	349,0
<b>Gjennomsnitt</b>			<b>425,2</b>

Tabell 26 - Utslipp fra gasskraftverk. Kilde: Carma.org og Naturkraft

Studiet utført av Institute for Applied Ecology Darmstadt, oppgir 428 kg CO<sub>2</sub> pr MWh som gjennomsnittlig utslipp fra Tyske gasskraftverk i 2006. Dette er meget likt gjennomsnittet fra de nordiske gasskraftverkene, og vi anser derfor 425,2 kg CO<sub>2</sub> pr MWh som et plausibelt resultat.

Kraftverknavn	Brensel	Land	kg CO <sub>2</sub> /MWh
TOPPILA	Torv	Finland	812,4
HAAPAVESI	Torv	Finland	876,8
SEINAJOKI	Torv	Finland	886,8
SUOSILOLA	Torv	Finland	860,9
HAAPANIEMI	Torv	Finland	831,9
<b>Gjennomsnitt</b>			<b>853,8</b>

Tabell 27 - Utslipp fra torvkraftverk. Kilde: Carma.org

Det lyktes ikke å finne noen studier på utslipp knyttet til torvkraftverk. Derimot oppgir artikkelen *The climate impact of future energy peat production* (Hagberg og Holmgren 2008)<sup>92</sup> en utslippsfaktor på 97 til 105,2 CO<sub>2</sub> pr MJ ved torvforbrenning. Moderne torvkraftverk har en effektivitet rett under 40 %<sup>93,94</sup>. Dette gir et teoretisk CO<sub>2</sub>-utslipp på 889,15 til 964,3 kg CO<sub>2</sub> pr MWh. Det er da ikke tatt hensyn til renseanlegg. Det er lett å forestille seg at en med relativt enkel renseteknologi kan redusere utslippet til 853,8 kg CO<sub>2</sub> pr MWh. 853,8 kg CO<sub>2</sub> pr MWh anses derfor som et plausibelt gjennomsnittlig utslipp for nordiske torvkraftverk.

<sup>92</sup> Hagberg og Holmgren (2008). ILV – Swedish Environmental Research Institute.

<http://www3.ivl.se/rapporter/pdf/B1796.pdf>

<sup>93</sup> Wicker og Hanifin (2005)

[http://findarticles.com/p/articles/mi\\_qa5392/is\\_200508/ai\\_n21377113/pg\\_2?tag=artBody;col1](http://findarticles.com/p/articles/mi_qa5392/is_200508/ai_n21377113/pg_2?tag=artBody;col1)

<sup>94</sup> Bord na Mona.

<http://www.bordnamona.com/corporate/index.jsp?&1nID=305&2nID=436&pID=462&nID=463>

## 11.2.7 Resultater - Karbonnøytralisering ved hjelp av kvoter

Importland	Importandel	Kull	Naturgass	Olje	Torv	Andre	CO <sub>2</sub> Kg/MWh
Sverige	72 %	0,96 %	1,29 %	0,86 %	0,11 %	0,96 %	28,00
Finland	2 %	19,19 %	14,69 %	0,49 %	6,52 %	-	329,66
<b>Utslipp (Kg CO<sub>2</sub>/MWh)</b>		1088,44	425,23	530,34	853,75	681,34	

Tabell 28 – resultater fra beregning

Beregningene viser at en importert MWh medfører utslipp på 28 Kg og 329,66 Kg CO<sub>2</sub> fra henholdsvis Sverige og Finland. Utslippene fra Danmark har vi fra Dong Energy sin El-deklarasjon 2007, Danmark Vest, som tilser et utslipp på 468 CO<sub>2</sub> kg/MWh. Ved å multiplisere CO<sub>2</sub> Kg/MWh fra hvert land med landets respektive andel av norsk import finner vi at en importert kWh i gjennomsnitt forårsaker 129,7 Kg CO<sub>2</sub>-utslipp

Import land	Importandel	CO <sub>2</sub> kg/MWh
Russland	4 %	0
Sverige	72 %	28,0
Finland	2 %	329,7
Danmark	22 %	468
<b>Totalt</b>		129,7

Tabell 29 – CO<sub>2</sub>-utslipp forbundet med Norsk kraftimport

Med forutsetningen om å behandle ukjent andel i varedeklarasjonen som import blir fordelingen i den justerte varedeklarasjonen:

NVE Varedeklarasjon for 2007		
	Opprinnelig	Justert
Vannkraft	82,00 %	82,00 %
Vindkraft	0,50 %	0,50 %
Varmekraft	1,50 %	1,50 %
Uspesifisert	11,00 %	
Import	5,00 %	16,00 %
	100,00 %	100,00 %

Tabell 30 – NVEs varedeklarasjon for 2007

Vi vet at CO<sub>2</sub>-utslippene forbundet med norsk strømproduksjon er i hovedsak forbundet med gasskraft, som utgjør 0,7 % av varedeklarasjonen. Da gasskraftverket på Kårstø foreløpig er det eneste norske gasskraftverket i kommersiell drift<sup>95</sup>, bruker vi utslippstall fra dette kraftverket til å beregne utslipp forbundet til norsk gasskraft. Utslippene fra Kårstø er 349 kg CO<sub>2</sub>/MWh ved full kapasitet<sup>96</sup>. Vi har nå alle tall som trengs for å beregne gjennomsnittlig karbonutslipp forbundet med en kilowattime levert av en norsk strømleverandør, som beløper seg til 23,2 gram CO<sub>2</sub> pr kWh. Dette tilsier at en strømleverandør må kjøpe 0,000232 kvoter pr kWh for å kunne tilby karbonnøytral strøm. Med en EUA-kvotepriis på 145,91 kr<sup>97</sup> tilsier dette en kostnad på 0,338 øre pr levert kWh. En CER-pris på 128,96 kr tilsvarer en kostnad på 0,299 øre pr levert kWh.

## 11.2.8 Inndata

### 11.2.8.1 Opprinnelsesgarantier

Product	Bid	Ask	Last
Hydro-07	0.10	0.185	0.185
Hydro-08	0.10	0.145	0.145
Hydro-09	0.22	0.25	0.24
Hydro-10	0.32	0.35	0.345
Hydro-11	0.38	0.46	0.44
New Hydro-09		1.35	1.35
Wind-08		<b>1.10</b>	<b>1.10</b>

Tabell 31 – Priser i Euro på RECS/GoO RES-E uke 51, 2008

Dataene er hentet fra ICAPs ukentlige rapport Green Markets Week 51 – 2008, og er priser på ulike RECS/GoO RES-E per MWh. I uke 51 ble GoO/RECS 2009 Hydro Certificates handlet for € 0,24/MWh og GoO/RECS 2010 Hydro Certificates for € 0,345/MWh. Dette gjenspeiles i last-prisene. Beregningene i denne oppgaven baserer seg på lastprisene over, altså den siste prisen det respektive sertifikatet ble handlet for. En annen tilnærming kunne vært å beregne

<sup>95</sup> Energilink. <http://energilink.tu.no/leksikon/gasskraftverk.aspx>

<sup>96</sup> Naturkraft. [www.Naturkraft.no](http://www.Naturkraft.no)

<sup>97</sup> Bluenext (2009), <http://www.bluenext.eu/>

mid-priser, altså medianen mellom bid og ask for den aktuelle uken. Det at ask-prisene ligger veldig nærme last-prisene, indikerer at markedet er lite likvid<sup>98</sup>.

#### 11.2.8.2 Strømpriser

	NO1	NO2
19.12.2008	38,71	40,31
18.12.2008	40,78	42,05
17.12.2008	42,63	43,47
16.12.2008	43,94	45,6
15.12.2008	46,72	49,46
<b>Gjennomsnitt</b>	42,556	44,178
<b>NO1 + NO2</b>	43,367	

Tabell 32 – Strømpriser i Euro/MWh for Norge, distrikt 1 og 2, uke 51, 2008

Da den prisinformasjonen vi har på sertifikater er fra Uke 51, og ble gjort opp fredagen den uken, vil alle andre priser i bergningen være gjennomsnittspriser fra 15.12 til 19.12.

Strømprisene er Nordpool Spot, og vi har beregnet gjennomsnittsprisene fra de to Norske prisområdene NO1 og NO2. Det er så regnet et gjennomsnitt av disse to prisene igjen, for å gi et bilde av en landsdekkende spotpris i tidsvinduet.

Det norske strømmettet er vanligvis delt inn i to prisområder/budområder (NO1 og NO2), men tre eller flere områder innen Norge er mulig (NO3 etc). Det er Statnett som avgjør hvordan landet skal deles inn i ulike områder basert på fysiske forhold<sup>99</sup>

#### 11.2.8.3 Kvotepriiser

	EUA Spot	CER Spot
19.12.2008	15,05	13,07
18.12.2008	15,02	13,09
17.12.2008	15,18	13,9
16.12.2008	15,41	13,43
15.12.2008	15,26	13,61
<b>Gjennomsnitt</b>	15,18	13,42

Tabell 33 - Spotpriser i Euro for EUA og CER, uke 51, 2008

<sup>98</sup> ICAP v/Lena Bratsberg

<sup>99</sup> Nordpool, [www.nordpool.com](http://www.nordpool.com)

Kvotepriene for perioden er hentet fra den Parisbaserte Bluenext-børsen, som er den dominerende børsen innen spothandel med karbonkvoter<sup>100</sup>. Det er benyttet priser både for EUA og CER, da det ofte er en spread mellom de to. Årsaken til dette er forklart i kapittel 4.7. Det ses bort fra transaksjonskostnader forbundet med kvotehandling i utredningen, da de er beskjedne og vil således ikke ha merkbar innvirkning på resultatene<sup>101</sup>.

#### 11.2.8.4 Eurokurs

	€
15.12.2008	9,42
16.12.2008	9,6
17.12.2008	9,47
18.12.2008	9,79
19.12.2008	9,77
<b>Gjennomsnitt</b>	<b>9,61</b>

Tabell 34 – Eurokurs uke 51, 2008

Eurokursen ble regnet som et gjennomsnitt over perioden på samme måte som kvote- og strømprisen. Kilde: Dagens Næringsliv.

### 11.3 Torv

Vi har i denne oppgaven valgt ikke å anse torv som et fornybart brensel. I Sverige og Finland er torv klassifisert som et *langsomt* fornybart brensel. Langsamt, da det bruker 100-120 000 år på å fornyes<sup>102</sup>. Europakommisjonen avsto imidlertid i oktober 2003 torv som et fornybart brensel, da det strider med 2. artikkel i direktivet 2001/77/EC<sup>103</sup>. Det lobbes sterkt av blant annet Sverige og Finland for å få torv klassifisert som et fornybart brensel. Aktiv lobbyvirksomhet var antagelig en medvirkende årsak til at Europaparlamentet, i desember

<sup>100</sup> Point Carbon, 2009, <http://www.pointcarbon.com/news/1.1037207>

<sup>101</sup> European Energy Exchange - EEX (2009), [http://www.eex.com/en/document/43455/E\\_Produktbroschuere\\_2009\\_final.pdf](http://www.eex.com/en/document/43455/E_Produktbroschuere_2009_final.pdf)

<sup>102</sup> Hans Joosten. IMCG.net, <http://www.imcg.net/imcgnl/nl0104/kap12.htm>

<sup>103</sup> <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2004:78E:0168:0169:EN:PDF>

2006, oppfordret Europakommisjonen å klassifisere torv som et langsiktig fornybart biobrensel<sup>104</sup>. Per dags dato anerkjenner dog ikke *the International Panel on Climate Change* torv som fornybart biobrensel<sup>105</sup>. Videre presiserer definisjonen av biobrensel i utkastet til det nye fornybarhetsdirektivet, at biobrensel ikke kan utvinnes av materiale fra land med høyt karboninnhold som torvland<sup>106</sup>. Sistnevnte argumenter tilsier at torv har en lang vei før konsensus er at det er klassifisert som fornybart biobrensel, og følgelig velger vi i denne oppgaven ikke å anse torv som fornybart brensel.

#### 11.4 Accenture Climate Change Study – Gjennomsnittsverdier

Gjennomsnittsverdiene som er benyttet for å indikere et kunnskapsnivå eller hvor stor en reduksjon skal være, er beregnet ved at respondentene blir gitt et antall alternativer. Disse alternativene kan gå fra "høy kunnskap" til "lav kunnskap". De ulike alternativene blir gitt en tallverdi, og en tar så gjennomsnittet av alle tallverdiene en har fått fra respondentene. En har da et tall representerer kunnskapsnivået i et gitt land eller område. Har "høy kunnskap" en tallverdi lik 4, og "lav kunnskap" en verdi lik 1, vil et gjennomsnitt på 3,5 indikere et høyt kunnskapsnivå. Tallet sier dog lite alene, men det kan fortelle oss noe om det relative kunnskapsnivået ovenfor andre land eller områder.

---

<sup>104</sup> Hans Joosten. IMCG.net <http://www.imcg.net/docum/peatrenewable.htm>

<sup>105</sup> Friends of the Irish environment (2009) <http://friendsoftheirishenvironment.net/friendswork/index.php?do=friendswork&action=view&id=702>

<sup>106</sup> MWE.com (2008). [http://www.mwe.com/index.cfm/fuseaction/publications.nldetail/object\\_id/41374b95-d734-4a32-8ef1-e0f7d5790578.cfm](http://www.mwe.com/index.cfm/fuseaction/publications.nldetail/object_id/41374b95-d734-4a32-8ef1-e0f7d5790578.cfm)