

Fornybar energi: Metoder og virkemidler

Av

Trond Hartvedt Nilsen



Hovedoppgave i samfunnsøkonomi
Vår 2003

Institutt for økonomi
Universitetet i Bergen

Forord

Denne oppgaven markerer slutten på en lang, men også givende studietid. Hovedoppgaven har vært det mest krevende jeg har gjort i løpet av mine år som student, men det har også vært det mest spennende.

Det er flere som fortjener en takk når jeg nå er ferdig. Takk til veileder til Eirik S. Amundsen for veiledning og ideer. Takk også til Kjetil for gjennomlesning, og til Gry for tålmodighet.

Det har vært en trivelig tid på Instituttet, og godt studentmiljø har bidratt til at jeg har kommet i mål.

Bergen 30.06.2003

Trond Hartvedt Nilsen

INNHold

1	Innledning	1
2	Ny miljøvennlig energi	4
2.1	Basisalternativet	4
2.2	Enøk	5
2.3	Vindkraft	5
2.4	Solenergi	7
2.5	Bølgekraft	8
2.6	Varmepumper	8
2.7	Bioenergi	8
2.8	Tidevannskraft	9
2.9	Andre	9
3	Nytte- kostnadsanalyse	11
3.1	Metoder for å vurdere prosjekter opp mot samfunnsøkonomisk effektivitet	12
3.1.1	Analysevarianter	13
3.1.2	Mål på samfunnsøkonomisk lønnsomhet	14
3.1.3	Verdsetting	15
3.1.4	Usikkerhet	17
3.1.5	Diskonteringsraten	18
3.1.6	Capture	21
3.1.7	Bærekraftighet	22
3.1.8	Fordeler ved nyttekostnadsanalyse	22
3.1.9	Nytte- kostnadsanalyse som normativ og positiv analyse	23
3.1.10	Litt om hvordan nytte- kostnadsanalyser blir brukt i praksis.	23
3.2	Anvendt nytte- kostnadsanalyse	24
3.2.1	Kvalitativ Vurdering av vindkraft	24
3.2.2	Eksempel 1: Vindkraft	27
3.2.3	Kvalitativ Vurdering av gasskraft	30
3.2.4	Eksempel 2: Gasskraftverk	31
3.2.5	Følsomhetsanalyse	33
3.3	Kommentar	37
4	Virkemidler for implementering av fornybar energi	39
4.1	Direkte virkemidler	39
4.2	Indirekte virkemidler	40
4.2.1	Avgifter	40
4.2.2	Subsidier	41
4.2.3	Næringspolitiske virkemidler	42
4.2.4	Grønne sertifikater	42
5	Analyse av virkemidler	44
5.1	Mål og virkemidler	44
5.2	Modell	46
5.2.1	Tilpasninger	47

5.2.2	Likevekter	49
5.3	Komparativ analyse	50
5.4	Effekter på likevektsløsningen av de ulike virkemidlene–regneeksempel	51
5.4.1	Tilpasninger	52
5.4.2	Likevekter	53
5.4.3	Utgangseksempel	54
5.4.4	Virkemidler - mål andel grønn produksjon lik 40%	55
5.4.5	Virkemidler - mål grønn produksjon lik 25	57
5.5	Konklusjon	59
6	Oppsummering og avslutning	61

LITTERATURLISTE

1 Innledning

Etterspørselen etter elektrisk kraft har over tid økt jevnt i Norge, i perioden 1980-2000 økte forbruket med 1,4 % per år¹. Det er grunn til å tro at denne trenden vil fortsette da konsumet av kraft henger sammen med en del parametre som økonomisk vekst, antall husholdninger og det generelle aktivitetsnivået i økonomien. Av den grunn er det derfor nærliggende å peke på at en bør utvide produksjonskapasiteten.

Kraftproduksjonen i Norge har på grunn av de naturgitte forutsetninger tradisjonelt vært dominert av vannkraft. Det totale vannkraftpotensialet var pr. 1.1.2002 beregnet til 187 TWh, av dette er i overkant av 63 % utbygget, og i underkant av 20 % vernet.¹ Det resterende potensialet utgjør dermed ca 17 %. Potensialet for videre utbygging begynner med andre ord å bli uttømt. Vi har videre sett at det er knyttet betydelig kontrovers til de prosjektene som er aktuelle for utbygging. Daværende statsminister Jens Stoltenberg sa i sin nyttårstale 2000: "...vi er nå kommet dit at tiden for de store vannkraftutbygginger er over"². Det kan synes som om man har nådd en terskel der det ikke er politisk vilje til å bygge ut mer vannkraft. Det er også et sentralt mål innen energipolitikken at man skal unngå varig import av kraft, men siden 1993 har Norge hatt et elektrisitetsforbruk som overstiger produksjonen i et normalår.

Det har blitt pekt på at gasskraft er et alternativ for å dekke den økte etterspørselen etter kraft, men er omstridt som følge av de betydelige utslippene av karbondioksid (CO₂) og nitrogenoksider (NO_x). Næringsinteresser har pekt på at Norge som en betydelig produsent bør benytte naturgass innenlands for å skape arbeidsplasser og vekst. Det eksisterer planer for å bygge 6 gasskraftverk i Norge, og det er pr. juni 2003 blitt gitt 3 konsesjoner til bygging. I lys av de forpliktelsene som Norge har bundet seg opp til ved ratifisering av Kyoto-protokollen, vil en utbygging av gasskraftverk vanskeliggjøre prosessen for å oppfylle målene som blir skissert i denne avtalen.

FNs klimapanel (IPCC), som består av de fremste klimaforskerne i verden, har slått fast at det er overveiende sannsynlig at forbrenning av fossil energi har forårsaket den økte konsentrasjonen av CO₂ i atmosfæren. Det økte nivået CO₂ forårsaker igjen global

¹ Faktaheftet 2001 "Energi og vassdragsvirksomheten I Norge

² Aftenposten 1.1.2001

oppvarming. Drivhuseffekten er forventet å forårsake en hel del endringer i klimaet. Mer ekstremt vær, og økt havnivå er noen av de konsekvensene som følger av endringene i atmosfæren. Kostnadene forbundet med klimaendringene er betydelige, og vil blant annet knytte seg til hyppigere naturkatastrofer, og kostnader til å motvirke det høyere havnivået. Selv om innvirkningen for Norge av et økt CO₂ utslipp fra gasskraftverk vil være marginal så vil andre land bli påført kostnader. Man kan si at ved å benytte gasskraftverk til å produsere elektrisk strøm så vil man i stor grad sende den samfunnsøkonomiske regningen for utslippene til andre land, mens man ved å benytte vindkraft vil ta miljøkostnadene selv. Diskusjonen om man skal bygge gasskraftverk eller vindkraftverk vil derfor være en diskusjon om hvilket ansvar Norge skal ta i forhold til miljøproblemer.

Av de fornybare energikildene har vindkraft vist seg å være en av de mest kostnadseffektive for å frembringe elektrisk kraft, videre har vindkraft en rekke positive egenskaper sammenlignet med gasskraft. Til tross for de fordelaktige egenskapene ved vindkraft så knytter det seg også en del negative effekter til denne formen for å frembringe kraft. Dagens vindturbiner er store konstruksjoner som vil være svært synlige i landskapet. De største innvendingene mot vindkraft har også kommet i forhold til de visuelle aspektene. Det vil også være andre negative effekter ved denne formen for kraftproduksjon. Stortinget har som målsetting at det skal bygges 3 TWh vindkraft innen 2010, noe som vil medføre en massiv utbygging på rundt 500 vindturbiner med dagens turbinstørrelse. Det vil være naturlig å plassere disse møllene sammen i vindparker, og en mulighet er å etablere 6-7 store vindparker, men man kan også se for seg at man etablerer noen store og noen mindre vindparker. Litt avhengig av størrelsen vil man kunne komme opp i 20 vindparker. Dette er en omfattende utbygging og vil medføre betydelige miljøkonsekvenser. Det vil dermed være naturlig å vurdere en slik utbygging opp mot til de alternativene vi har.

Da det kan synes som om de to aktuelle produksjonsmetodene for å dekke økt etterspørsel etter elektrisk strøm er gasskraft og vindkraft, så ønsker jeg å belyse med oppgaven min hvordan vindkraft vil komme ut i en sammenligning med gasskraft når man tar med de eksterne kostnadene som er forbundet med de to alternativene. Hypotesen min er at dersom en tar med miljøkostnadene for begge produksjonsmetodene så vil vindkraft komme godt ut av en sammenligning. På grunn av den viktige rollen energiforsyningen har i samfunnet, så har mange sterke meninger om hvordan man skal møte utfordringene i denne sektoren. Men informasjonen som er tilgjengelig på området er ofte dominert av fragmentert og teknisk

orientert litteratur. Selv om en vanskelig kan underslå kompleksiteten i elektrisitetsforsyningen generelt, og problemstillingene rundt fornybar energi spesielt, så vil jeg i oppgaven prøve å sammenstille en del av denne informasjonen i et økonomisk rammeverk. Jeg vil benytte nytte- kostnadsanalyse for å gjøre dette. Jeg vil videre se på virkemidler for å stimulere til økt produksjon av fornybar energi da man kan anta at markedet alene ikke vil sørge for at denne produksjonsformen vil få gjennomslag.

Problemstillingen kan således formuleres slik:

Hva blir resultatet av en nytte- kostnadsanalyse dersom man sammenligner to prosjekter som vil produsere like mye energi, men der man benytter gasskraftteknologi i det ene og vindkraftteknologi i det andre?

Hvilke virkemidler er de beste for å stimulere til økt produksjon av fornybar energi?

I kapittel 2 vil jeg se på de ulike fornybare energikildene. Så kommer ett kapittel om nytte-kostnadsanalyse som inkluderer en stilisert analyse av gasskraft og vindkraft. En kvalitativ del vil også bli inkludert her. Videre ser jeg på de ulike alternativene for å stimulere til utbygging og produksjon av vindkraft i kapittel 4. I kapittel 5 defineres målsetninger for hva man ønsker å oppnå innenfor energisektoren. Man kan enten øke den fornybare energiens andel av den totale produksjonen, eller øke de faktiske produksjonen av fornybar kraft til et gitt mål. Virkemidlene blir vurdert ved hjelp av et regneeksempel. Til slutt kommer et oppsummerende og avsluttende kapittel.

2 Ny miljøvennlig energi

Som det er blitt pekt på i innledningen øker etterspørselen etter elektrisk kraft. På tilbudssiden øker ikke produksjonskapasiteten like mye. Resultatet er at elektrisitetsprisene viser en økende tendens. Når man står ovenfor en økning i etterspørselen vil man ha to valg. Det ene er å ikke tilføre ny produksjonskapasitet og la prismetanismen virke, eller så kan man tilføre ny produksjonskapasitet. Det første vil jeg kalle basisalternativet. Dette vil ha sammenheng med Enøk-begrepet. Når det gjelder metoder for å frembringe mer elektrisk kraft vil jeg fokusere på fornybare løsninger. Gasskraft er alternativet til de fornybare løsningene, men vil gjøre det vanskelig for Norge å leve opp til forpliktelsene ved Kyoto-protokollen. Det er derfor interessant å vurdere de ulike teknologiene for å se hvilke som kan være interessante i et praktisk-økonomisk perspektiv.

2.1 Basisalternativet

Dette alternativet går ut på at man ikke tilfører ny produksjonskapasitet, men lar prismetanismen virke for å rasjonere ut elektrisiteten. Den økte prisen vil påvirke både tilbudssiden og etterspørselssiden. Den økte prisen vil føre til økt lønnsomhet ved investeringer som vil øke effektiviteten ved eksisterende produksjonsanlegg. Det vil være mulig å hente ut mer energi ved å bytte turbiner, og ved å utbedre andre tekniske forhold ved kraftverk. På etterspørselssiden vil prisøkningen innvirke på følgende måter: På den ene siden vil økt pris medføre at det vil bli mer lønnsomt å investere i tiltak som reduserer eller effektiviserer energibruken. Dette vil bli behandlet om litt under avsnittet Enøk. På den andre siden vil den økte prisen i markedet føre til substitusjon. Konsumenter vil reagere på endringen i relative priser med å gå over til andre energibærere der dette er mulig. Økt bruk av fossil energi kan være et resultat av dette. Selv om det vil være fristende fra et miljømessig ståsted å stille spørsmålsteget ved om man behøver mer produksjonskapasitet for elektrisk kraft, så vil en slik løsning blant annet kunne medføre et økt utslipp av CO₂. Fra økonomisk teori vet vi at prisen på en vare skal avspeile alle de ressursene som har gått med i produksjonen. Den prisen som vil danne seg i elektrisitetsmarkedet uten tilførsel av ny produksjonskapasitet vil blant annet gjenspeile kostnaden ved oppgradering av gamle kraftverk og ved Enøk-tiltak.

2.2 Enøk

Enøk-begrepet kan deles opp i to elementer. *Energieffektivisering* er en beskrivelse av en metode for å få mer ut av hver enhet energi som anvendes. Energiøkonomisering er den delen som er lønnsom av denne effektiviseringen. *Energisparing* går på å begrense bruken av energi. Enøk kan beskrives som et etterspørselsdempende tiltak. I NOU1998:11 definerer man enøk som følger:

”alle de samfunnsøkonomiske forbedringer i energisystemet og bruken av energi som fører til høyere energiproduktivitet, mer fleksibilitet og som gir et bedre miljø. Enøkpoltikken omfatter de tiltak, virkemidler og programmer som myndighetene iverksetter med sikte på å utløse samfunnsøkonomisk lønnsomme forbedringer”

Mulighetene for å redusere energibruken, herunder elektrisitet, er betydelig. Eksempelvis viser prøveprosjekt at man kan redusere energibruken med 5-10 prosent bare ved endringer i holdninger, vaner og rutiner³. Mulighetene for å redusere forbruket i boliger og næringsbygg blir anslått til 14 TWh, og av dette er 10,8 TWh elektrisitet. Man kan anta at dersom man har velfungerende markeder så vil aktørene selv gjennomføre de tiltak som de anser for å være lønnsomme. Hovedårsakene til inoptimal utnyttelse av energiresursene er mangelfull informasjon, og at miljøkostnadene er fraværende i markedet. Dersom en ønsket å realisere hele enøkpotensialet så ville en måtte sørge for at prisene på energi reflekterte de samfunnsøkonomiske kostnadene, samt sørge for at aktørene hadde perfekt informasjon om teknologi og priser på investeringer som medfører energieffektivisering.

Myndighetene har lagt opp til en økt satsing på fornybare energikilder. Jeg vil her nevne noen av alternativene man står ovenfor.

2.3 Vindkraft

Siden den førindustrielle tid har menneskeheten nyttet vindenergi til ulike formål, blant annet oppmaling av korn (derav navnet vindmøller), og til pumping av vann. Den moderne vindkraftindustrien slik vi kjenner den i dag har sitt utspring på 1970-tallet. Oljekrisen førte til økt interesse for, og fokus på forskning og utvikling av alternative energikilder. Ved hjelp av betydelige støtte fra myndighetenes side kunne land som Danmark, og til dels USA,

³ NOU 1998:11 s158.

etablere produksjon av elektrisk kraft fra vindturbiner på åttitallet. I USA endte oppblomstringen med bortfallet av subsidier, men Danmark fortsatte sin satsing på denne næringen, og er i dag markedsledende på vindkraftteknologi. Vindkraft opplevde et nytt oppsving da man for alvor erkjente sammenhengen mellom bruk av fossile brennstoff og drivhuseffekten tidlig på 1990-tallet. Fokuset på bærekraftig utvikling i forbindelse med miljøtoppmøtet i Rio de Janeiro i 1992 har også bidratt til å rette søkelyset mot denne typen energi. Man har i de siste årene også sett en revolusjonerende utvikling når det gjelder teknologi og kostnadsreduksjon innenfor vindkraftproduksjon. Driftssikkerhet og effekt har økt, mens vekten har falt. Utviklingen har også gått i retning av mer støysvake modeller. Den dominerende størrelsen på turbinene er nå 2 MW. Det hevdes at kostnadene fortsatt har potensial for videre reduksjon.

I de siste ti årene har andre land også etablert seg som betydelige vindkraftprodusenter. Europa er ledende i verden når det gjelder bruk av vind til produksjon av energi. Spesielt Tyskland har ledet denne utviklingen, men også Spania, Italia og Storbritannia har ved hjelp av ulike støtteordninger satset på denne teknologien. I Norge har fokuset på denne ressursen vært begrenset, men nå er det et uttalt mål fra politisk hold at man skal oppnå en produksjon på 3 TWh fra vindkraft innen 2010. Vindressursene i Norge har blitt grovt kartlagt, og områdene man har sett på gjelder hovedsakelig kystnære strøk, men det antas at man også kan finne interessante områder i høyereliggende deler av landet. Forholdene for produksjon av vindkraft her i landet betegnes som gode.⁴

⁴ "Nye fornybare energikilder", NVE (2001).

Tabell 2.3 *Installert vindkraftkapasitet (MW) i utvalgte land ved utgangen av 2001.*

Tyskland	8100
USA	4240
Spania	3175
Danmark	2417
India	1426
Italia	560
Nederland	483
Storbritannia	477
Kina	361
Sverige	264
Norge	16

Kilde: "An overview of wind energy-status 2002", Thomas Ackermann, Lennart Söder, Renewable and Sustainable Energy Reviews 6 (2002) 67-128

2.4 Solenergi

På grunn av Norges beliggenhet er ikke en storskala produksjon av elektrisitet basert på solcelleteknologi særlig velegnet fordi solens innstråling er svært lav i vinterhalvåret. Den negative korrelasjonen mellom produksjon og etterspørsel etter energi fører til at solcelleteknologi ikke er økonomisk realiserbart.

Den mest interessante bruken av solenergi er å nyttegjøre seg den termiske solvarmen gjennom passiv eller aktiv oppvarming av bygninger. Passiv utnytting innebærer at man benytter seg av sollyset til oppvarming og belysning av en bygning. Dette medfører at man i byggeprosessen må tenke helhetlig når det gjelder plassering av hus, orientering av vinduer og valg av materialer. Aktiv solvarme innebærer at man benytter konstruksjoner for å samle den energien som kommer gjennom solstrålene, men kostnadene er relativt høye sammenlignet med andre konvensjonelle metoder å produsere energi på. På Klosterenga økologiske boliger i Oslo har man levert et solfangeranlegg som leverer energi til en kostnad på 40 øre/kWh. Dette blir altså interessant når man sammenligner prisene på energi fra solfangerprosjektet med prisene på strøm inkludert avgifter. Det kan altså se ut som om dette er privat og

bedriftsøkonomisk lønnsomt. Den samfunnsøkonomiske lønnsomheten er usikker. Solfangerne krever en betydelig ekstrainvestering. Det er nærliggende å peke på at ved en beregning av de eksterne kostnadene ved fremstilling og skroting av solfangerne, samt det faktum at vannkraft produserer energi til en kostnad langt lavere enn det solfangerne gjør, så vil det være tvilsomt om solfangerne er en samfunnsøkonomisk effektiv måte å produsere energi på.

2.5 Bølgekraft

Bølgekraft blir sett på som en umoden teknologi. Dette til tross for at man her i landet satset en del på utvikling av bølgeteknologi på 80-tallet. Internasjonalt har det vist seg at energikostnaden fra bølgekraftverk ligger på 80-100 øre/kWh avhengig av lokalitet. Bølgekraft kan også medføre store og varige inngrep i naturen.

2.6 Varmepumper

Varmepumper fungerer som et omvendt kjøleskap, og utnytter energi i en kilde til å produsere varme. Typisk vil man tilføre en del energi, og få to til fire deler energi ut av prosessen. Energien kan hentes ut fra luft, vann og grunn. En vanlig løsning til husholdningsbruk er luft-luft varmpumpe fordi den ikke krever større ekstrainvesteringer. Dersom man benytter en løsning med vann-vann så er man avhengig av et system for å fordele varmen i bygget, i nye boliger så er det mulig å legge et rørsystem i gulvet for å distribuere varmen. Kostnadene varierer med størrelse på anlegg og teknologi, men vil normalt ligge i intervallet 29-57 øre/kWh. En mer utstrakt bruk av varmpumper kan frigjøre elektrisk kraft til andre formål, eller man kan erstatte bruk av fossile brensler til oppvarming. Dersom 10 TWh/år oppvarming blir erstattet med energi fra varmpumper så vil dette kunne frigjøre 6,5 TWh/år elektrisk kraft. Potensialet for energi fra varmpumper er anslått til 30 TWh i Norge i 2020. Det blir antatt at man har et stort potensiale for utvikling av mer effektive varmpumper i framtiden. I et miljøperspektiv blir varmpumper ansett som interessant.

2.7 Bioenergi

Bioenergi går ut på at man henter ut energi ved forbrenning av ulike former for biomasse. Det er vanlig å dele opp bioenergi i tre kategorier; fast biobrensel, flytende biobrensel og gass. I kategorien for fast biobrensel inngår ulike trebaserte produkter (pellets, briketter) samt halm, torv, husdyrgjødsel, energivekster og avfall. Når det gjelder flytende biobrensel er dette produkter som bioetanol, biodisel og bio-olje. Gass dannes fra biologiske prosesser ved

anaerob nedbygning samt ved termokjemiske prosesser. Biobrensel kan være et godt alternativ da man kostnadmessig kommer godt ut fra sammenligninger med andre produksjonsmetoder. Det må likevel nevnes at selv om bruk av bioenergi er CO₂ nøytralt dersom man ikke forbruker mer enn tilveksten, så kan denne måten å frembringe energi være forbundet med forurensende utslipp. Spesielt i tettbygde strøk kan for eksempel vedfyring være en betydelig bidragsyter til lokale forurensningsproblemer, av den grunn kan man derfor peke på at man fra en samfunnsmessig side bør gå inn for en sentralisert løsning da man da vil ha muligheten for å rense utslippene. Av naturlige årsaker er det nærliggende å peke på trebaserte bioenergi som særlig interessant. Den ledige reserven for bruk av biologisk materiale til energiproduksjon ble i 1998 anslått til ca 10 TWh/år⁵. Dette betinger en større utnyttning av vannbåren varmedistribusjon.

2.8 Tidevannskraft

Et nytt konsept er tidevannskraft hvor man plasserer turbiner i sund med stor gjennomstrømning av vann. Hammerfest Strøm AS er i gang med et pilotprosjekt i Kvalsundet. Etter eget utsagn er målsettingen å levere elektrisk kraft til en pris i intervallet 27-35 øre/kWh⁶, om dette viser seg å være gjennomførbart vil tiden vise. Utfordringene ved å drive elektrisitetsproduksjon under vann er utvilsomt mange og utviklingen av teknologien er helt i startfasen. I hvilken grad det finnes store ressurser med praktisk og økonomisk realiserbar tidevannsenergi er også usikkert.

2.9 Andre

Jordvarme baserer seg på at man henter opp energi fra borehull i grunnen. Denne metoden er avhengig av visse forutsetninger når det gjelder temperatur. Enkelte steder i verden er denne ressursen lett tilgjengelig og dermed også lønnsom. I Norge har man begrenset tilgang på økonomisk utnyttbar geoenergi, og det som finnes er lavtempert, altså kun egnet til oppvarmingsformål. Det er likevel på Rikshospitalet i Oslo blitt bygget et pilotanlegg hvor energiprisen ligger på 18 øre/kWh.

Brenselceller benytter hydrogen som brensel, men er ikke ventet å spille en vesentlig rolle innenfor norsk elektrisitetsforsyning i den nærmeste fremtid. Det gjenstår store

⁵ NOU 1098:11 s245

⁶ <http://www.tidevannsenergi.com/index.htm>

utviklingsoppgaver for at denne teknologien skal slå igjennom, videre vil det bli behov for en omfattende utbygging av infrastruktur.

Kraftproduksjon ved å utnytte det osmotiske trykket mellom saltvann og ferskvann kalles saltkraft. Denne metoden ligger en del år frem i tid, men i følge Statkraft vil en kunne produsere elkraft til en kostnad under 50 øre/kWh.

Tabell 2.9 *Oversikt over produksjonskostnader ved ulike fornybare produksjonsteknologier. Tallene for produksjonskostnader fra vindkraft er fra meddelte konsesjoner i tidsrommet 99-01. Tallene er funnet på hjemmesiden til Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE). For solvarme er tallet hentet fra et konkret eksempel fra Klosterenga økobiliger referert i heftet "Nye fornybare energikilder", NVE (2001). Resten av tallene stammer fra NOU 1998: 11 "Energi- og kraftbalansen mot 2020". Ingen av kostnadsanslagene inkluderer miljøkostnader.*

Type teknologi	Pris/kWh
Vindkraft	22-27
Solenergi	40
Bioenergi	15-20
Varmepumpe	25-55
Bølgekraft	80-100
Jordvarme	11-18
Saltkraft	30-50

Kilde: NVE,NOU 1998:11

Vi ser av tabellen at vindkraft er konkurransedyktig blant de fornybare alternativene. De andre produksjonsmetodene som også er interessante er alle beheftet med ulike former for svakheter. Noen vil bare kunne utnyttes i begrenset grad, mens andre vil implisere høye eksterne kostnader. Vindkraft fremstår i denne sammenligningen som et godt alternativ.

3 Nytte- kostnadsanalyse og samfunnsøkonomisk effektivitet.

Årsaken til at man er opptatt av samfunnsøkonomisk effektivitet er at man har begrensede ressurser i en økonomi. Det er derfor viktig å finne den ressursallokeringen som er mest verdifull for samfunnet som helhet. I en moderne økonomi finnes det mange årsaker til at allokeringen av ressursene ikke er optimal. Skattlegging, markedsrett og manglende markeder er noen av årsakene til velferdstap. Dersom man skal vurdere et prosjekt ut fra hvilken effekt det vil ha på velferden i samfunnet er det nyttig å ha en metode for å gjennomføre en slik analyse. Den vanligste formen for å vurdere hvordan et prosjekt vil påvirke samfunnet som helhet er nytte- kostnadsanalyse. Vi skal senere komme inn på ulike undergrupper av denne analyseformen. Nytte- kostnadsanalyse vurderer prosjekter ut fra om de er samfunnsøkonomisk lønnsomme. I NOU 1998: 16 blir samfunnsøkonomisk lønnsomhet definert slik:

”At noe er ’samfunnsøkonomisk lønnsomt’ vil derfor her bety at befolkningen til sammen er villig til å betale minst så mye som tiltaket faktisk koster.”

Man kan også si at et prosjekt er samfunnsøkonomisk lønnsomt dersom kostnadene ved å realisere en effektivitetsgevinst er lavere enn nytten. Samfunnsøkonomisk lønnsomhet er et begrep som er mye brukt i skandinavisk litteratur, men savner et direkte motstykke innenfor den engelskspråklige litteraturen. ”Efficiency” og ”social efficiency” er begreper som går igjen, og som dekkes av det norske begrepet samfunnsøkonomisk effektivitet. Dette begrepet er nært knyttet til Pareto-optimalitet som er sentralt og velkjent innenfor økonomisk teori. I forhold til nytte- kostnadsanalyse er Pareto-kriteriet dessverre ikke særlig operasjonelt fordi nær sagt alle prosjekter medfører en forverring av situasjonen for noen individer. Hicks-Kaldor-kriteriet ligner på Pareto-kriteriet, men skiller seg ved at det sier at man kan gjennomføre et prosjekt dersom de individene som kommer fordelaktig ut *kan* kompensere de som kommer ufordelaktig ut. Kriteriet forutsetter ikke at kompensasjonen faktisk skal finne sted. Som et eksempel kan vi se på et prosjekt som vil føre til at noen individer blir tapere mens andre individer blir vinnere. Prosjektet er da samfunnsøkonomisk lønnsomt dersom summen av gevinsten for vinnerne (nytten) er høyere enn summen av tapet (kostnaden) for de som kommer negativt ut. Vinnerne vil kunne kompensere taperne og samtidig komme bedre ut enn før prosjektet ble gjennomført. Da man i NOU 1998:16 tar utgangspunkt i at den samlede betalingsvilligheten skal være større enn kostnadene ved et tiltak for at det skal være

samfunnsøkonomisk lønnsom, så forankrer det nyttekostnadsanalysen i Hicks-Kaldor-kriteriet.

Men hvordan skal prosjekter vurderes i forhold til deres effekt på den samfunnsøkonomiske effektiviteten? Det er behov for metoder som kan bidra til å at man kan vurdere prosjekter på en konsistent måte, på tvers av sektorer og for å velge ut prosjektene som vil bidra mest til den samfunnsøkonomiske effektiviteten.

3.1 Metoder for å vurdere prosjekter opp mot samfunnsøkonomisk effektivitet.

Samfunnsøkonomisk analyse er hovedsakelig vanlig å bruke i forhold til offentlige prosjekter fordi det er særdeles viktig å sikre en effektiv utnyttning av knappe offentlige ressurser. Men det likevel relevant å analysere store prosjekter som har vidtrekkende og komplekse konsekvenser for samfunnet som helhet i et samfunnsøkonomisk perspektiv. Dette gjelder særlig prosjekter som vil ha en påvirkning på felt der de bedrifts- eller privatøkonomiske kostnadene ikke representerer de totale kostnadene prosjektene vil medføre. Det vil være sentralt å kvantifisere de ulike effektene et prosjekt har slik at man kan sammenligne de ulike effektene. Kvantifiseringen foregår vanligvis i pengemål. Sammenstillingen og tolkningen av disse dataene fører til at man kan rangere ulike prosjekter i ulike sektorer ut fra et objektivt mål, slik at man kan gjennomføre de som bidrar til økt samfunnsøkonomisk effektivitet.

Å gi et deskriptivt bidrag til beslutningsprosessen kan også være ønskelig i mange sammenhenger. En metode for å vurdere ulike prosjekter og som systematiserer de ulike konsekvensene kan være verdifull. I noen tilfeller kan konsekvenser av et tiltak være så vanskelig å kvantifisere, og ikke minst verdsette, at en beskrivelse av konsekvensene kan være nok. I andre tilfeller kan prosjektene være så kontroversielle og prinsipielt vanskelige at det kan være viktig å unngå at elementer i metoden kan virke så provoserende at enkelte avfeier hele analysen som sådan. Selv om man unnlater å verdsette de ulike konsekvensene av et tiltak kan man systematisere og til dels forenkle informasjonen ved å utføre en form for samfunnsøkonomisk analyse.

3.1.1 Analysevarianter

Det finnes ulike beslektede metoder for samfunnsøkonomisk prosjektevalueringer som delvis overlapper hverandre. Skillelinjene går ved formålet for analysen og i hvilken grad konsekvensene ved analysen blir kvantifisert i pengemål.

Vi skal se på tre metoder for å vurdere et prosjekt fra et samfunnsøkonomisk perspektiv:

Nyttekostnadsanalyse. Formålet med denne formen for analyse er å rangere ulike prosjekter etter samfunnsøkonomisk lønnsomhet ved å kvantifisere alle eller, flest mulig av konsekvensene i pengemål.

Kostnadseffektivitetsanalyse. Dette er en form for analyse som går ut på at et prosjekt har akkurat de samme nyttevirkningene mens kostnadene er ulike. I de tilfellene der nyttevirkningene er vanskelig kvantifiserbare kan dette være en god metode.

Kostnads- virkningsanalyse. Målet med denne metoden er å kartlegge kostnadene og de ulike konsekvensene ved et prosjekt. Konsekvensene blir ikke kvantifisert i pengemål. En slik oversikt kan være å foretrekke i tilfeller der prosjektene er kontroversielle, og man vil unngå å komme med en rangering av prosjekter som vil føre til at de som ikke er enige i rangeringen vil avfeie hele analysen. I andre tilfeller kan man se at selve verdsettingen kan være omstridt, og for å unngå videre opphetning av debatten kan det være ønskelig å kvantifisere konsekvensene av et tiltak i fysiske størrelser eller beskrive dem verbalt.

De første forsøkene på å utføre analyser som innbefattet effektene et tiltak hadde på hele samfunnsøkonomien ble gjort i USA på vannrelaterte prosjekter (Albert Gallatin), og innenfor transportsektoren (Jules Dupuit) i Frankrike i første halvdel av attenhundretallet.⁷ Med utviklingen av ulike metoder for å verdsette miljøskader på 70-tallet og 80-tallet fikk metoden økt oppmerksomhet og utvidet anvendelsesområde. Ulike former for nytte- kostnadsanalyse blir nå i økende grad benyttet av offentlige myndigheter ved vurdering av ulike prosjekter. I USA og Storbritannia har det blitt pålagt ved lov å utføre denne formen for analyse. En av grunnene til at man i USA benytter nytte- kostnadsanalyse i større grad enn i Europa kan være at man der har større fokus på offentlig forbruk. I Norge blir nytte- kostnadsanalyse også

⁷ Hanley, N., Spash C.L. (1993) . "Cost-benefit analysis and the environment"

benyttet i økende grad, men den eneste sektoren analyseformen har blitt brukt systematisk er innenfor samferdselssektoren,⁸ men også innenfor distriktsutvikling og i helsesektoren blir nå nytte- kostnadsanalyse brukt stadig mer.

3.1.2 Mål på samfunnsøkonomisk lønnsomhet

Det finnes flere metoder for å sammenligne prosjekter, og her kommer de tre vanligste:

Den første er nåverdimetoden og går ut på at nytteoverskuddet i hver periode neddiskonteres til investeringstidspunktet og summeres til netto nåverdi etter følgende formel:

$$NNV = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{U_t}{(1+k)^t}$$

Investeringsprosjektet er lønnsomt dersom netto nåverdi er større eller lik 0. Dette innebærer at prosjektet gir en avkastning større eller lik avkastningskravet k . U er nytteoverskudd i periode t . I_0 betegner investeringskostnaden ved prosjektets begynnelse. Denne metoden gir et absolutt lønnsomhetsmål og er anbefalt brukt i NOU 1997:27.

Internrentemetoden et lønnsomhetsmål som er relativt og som uttrykkes i prosent. Denne metoden er gitt ved følgende sammenheng:

$$-I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{U_t}{(1+p)^t} = 0$$

Internrenten kan sees på som den forrentingen kapitalen som er bundet opp i prosjektet gir. Den kan finnes ved å løse ligningen over på p . Et prosjekt vil være lønnsomt dersom det gir en internrente som er høyere enn avkastningskravet. Metoden blir likevel sett på som underlegen nettonåverdimetodene fordi den ikke gir mer informasjon samtidig som den er beheftet med en del svakheter. Internrentemetoden forutsetter blant annet implisitt at man vil kunne reinvestere prosjektinntektene til en rente lik prosjektets internavkastning.

Nytte- kostnadsbrøken er et mye brukt mål på samfunnsøkonomisk lønnsomhet.

$$N / K = \frac{\text{nåverdi : nytte}}{\text{nåverdi : kostnader}}$$

⁸ Nyborg, K.,(2002) "Miljø og nytte- kostnadsanalyse. Noen prinsipielle vurderinger"

Et prosjekt er lønnsomt dersom nytte- kostnadsbrøken er lik eller over en. Nytte- kostnadsbrøken har en fordel ved at den gir en lett forståelig indikator på lønnsomhet, men deler også en del av de samme problemene som internrentemetoden.

I utgangspunktet vil det være ønskelig å gjennomføre alle prosjekter som er samfunnsøkonomisk lønnsomme, men som regel vil det være budsjettmessige forhold som legger begrensninger på hvilke prosjekter som kan gjennomføres. Dersom prosjektene innebærer offentlig finansiering vil man velge de prosjektene som gir høyest nåverdi per budsjettkrone.

Som vi har sett er det viktig å kunne vurdere prosjekter ut fra samfunnsøkonomisk lønnsomhet for å finne de beste prosjektene. Vi skal også se at det ikke er problemfritt å foreta denne typen analyser.

3.1.3 Verdsetting

I utgangspunktet vil markedspriser være ønskelig å bruke i en nytte- kostnadsanalyse fordi de inneholder mye informasjon om hvor mye ressurser som har gått med i produksjonsprosessen. Men i mange tilfeller vil markedsprisene ikke representere de samfunnsøkonomiske kostnadene forbundet med produksjonen. Negative eksterne effekter vil oppstå i forbindelse med produksjon eller konsum. Disse vil ikke være innbakt i markedsprisen til tross for at kostnadene de medfører kan være konkrete. I andre tilfeller blir det benyttet naturressurser som innsatsfaktor i produksjon, eller som deponeringsmedium for lagring av avfall. Dersom man står ovenfor en situasjon hvor godene som brukes ikke omsettes i markeder er dette en form for markedssvikt. I alle tilfellene ser vi at det er behov for å komme med verdianslag på de kostnadene som ikke er med i markedsprisen.

Direkte verdsetting (stated preferences) innebærer at man spør folk om betalingsvillighet for å gjennomføre et spesielt miljøtiltak, betalingsvillighet for å unngå et naturinngrep, eller villighet til å motta kompensasjon for miljøskadene. Disse kan organiseres som en avstemning, eller ved individuelle intervjuer. Betinget verdsetting (contingent valuation) benytter seg av individuelle intervjuer for å komme frem til en mulig pris på forringelse av miljøgodet. Man kan si at man konstruerer et hypotetisk marked hvor enkeltindivider får fremføre sin verdsetting av et miljøinngrep ved at de gjennom en intervjusituasjon får

fremføre krav om erstatning, eller betalingsvillighet for å unngå en miljøskade. Denne metoden setter krav til at respondenten er godt informert om prosjektet og dets konsekvenser for naturmiljøet. Det er vanlig at intervjueren skisserer opp disse konsekvensene og det er her begrepet "betinget" oppstår; verdsettingen er betinget de skisserte effektene. Man bør derfor være oppmerksom på problemene ved å direkte overføre verdsettingen av et naturinngrep fra et område til et annet når denne er utført ved betinget verdsetting. En kan også hevde at inngående kjennskap til kompliserte resultater som et prosjekt vil medføre kun innehas av eksperter. Et annet omstridt tema er om de anslagene man kommer frem til er etterrettelige. Siden verdsettingen er av hypotetisk karakter kan det lett oppstå misforståelser mellom intervjuer og intervjuobjekt. Enkelte respondenter kan også ha incentiver til å opptre strategisk og overdrive eller underslå betalingsvilligheten sin.

Indirekte metoder (revealed preferences) går hovedsakelig ut på at folk avslører sine preferanser gjennom sine faktiske valg. Man kan måle etterspørselen etter komplementære varer for å avlede etterspørselen etter et annet gode. Når goder er heterogene så kan man finne hvordan enkelte karakteristika ved et gode blir verdsatt. Såkalt hedonistisk prising er en metode som kan anvende verdi på eiendom til å anslå folks verdsetting av støy og forringelse av landskapskvaliteter. Dette er en metode som har potensial i forhold til vindkraft, hvor en av hovedinnvendingene er nettopp det visuelle aspektet. Reisekostnadsmetoden innebærer at kostnaden konsumenter har ved å reise til et området blir brukt som et estimat på deres verdsetting av området. Reisen er komplementær til naturopplevelsen. Dersom personer bruker store ressurser på å nå frem til et område, så kan man også trekke den slutning at disse verdsetter området høyt. Men siden et miljøgode innehar verdi utover den direkte bruksverdien som blir målt ved de indirekte metodene så kan man innvende at denne metoden er noe mangelfull. I noen tilfeller kan et miljøgode ha verdi for enkelte individer simpelthen fordi det eksisterer, i andre tilfeller kan muligheten for en gang å benytte seg av et område være kilden til verdi.

Produksjonsfunksjonstilnæringsmetoden kan også brukes der miljøgodet blir brukt i fremstilling av en vare eller tjeneste. Dersom man kan se lavere lønnsomhet i turistnæringen etter en utbygging av en vindpark vil man kunne kvantifisere den negative effekten utbyggingen har hatt.

Ekspertpaneler vil være en løsning der man har begrenset erfaring og informasjon om en miljøskade. Årsakssammenhengene kan i enkelte tilfeller være så kompliserte at det ikke er praktisk mulig å gi nok informasjon i intervju situasjonen ved betinget verdsetting. Et eksempel på dette kan være vurderingen av et prosjekt i et spesielt område hvor påvirkningen vil være svært kompleks i økosystemet, og gjerne også innebære konsekvenser for det som for en enkelt konsument kan fortone seg som ukjent. I situasjoner som beskrevet over kan alternativet i mange tilfeller være å benytte en konsekvensanalyse fremfor å bruke ekspertpaneler.

Verdsetting av miljøskader innebærer vurderinger i forhold til eiendomsrett. Mange samfunnsmedlemmer vil avfeie at bedrifter skal kunne benytte seg av luften til å kvitte seg med avfall. Deres holdning kan være at man i utgangspunktet har rett til ren luft, urørt natur eller et klima upåvirket av menneskelig aktivitet. Å sette en pris på prosesser og sammenhenger i naturmiljøet som er kritisk viktige for liv på jorden kan virke fremmed. En slik rettighetsorientert innfallsvinkel fører til at konsumentene ikke vil kunne bli kompensert for en miljøskade, og dermed faller en betydelig del av grunnlaget for hele nytte-kostnadsanalysen bort. Formelt kan en si at kravet om erstatning for miljøskaden er uendelig stor. Dette kan imidlertid sees på som en miljømessig elitisme som vil kunne oppfattes som udemokratisk. Et annet motargument mot en rettighetsorientert etikk i forhold til miljøspørsmålet er selve grunnelementet i økonomi: vi har begrensede ressurser. Å verne natur kan anses som kostbart, og bør vurderes opp mot alternative ressursanvendelser.

3.1.4 Usikkerhet

Økosystemer er svært komplekse og det kan være vanskelig å modellere samspillet mellom de ulike systemene, og mellom det økologiske systemet og det økonomiske systemet. Et eksempel kan være El Niño-fenomenet hvor årsaksforholdene og konsekvensene av værssystemet er svært komplekse. Nytte- kostnadsanalyse er en metode som forutsetter at alle forhold ved et prosjekt lar seg kvantifisere med en rimelig grad av sikkerhet. Det regjerende paradigmet innenfor økonomi har blitt kritisert for ikke å fange opp kompleksiteten i økosystemene i tilstrekkelig grad, men er snarere på jakt etter "en sannhet" eller "de rette verdiene". Den neoliberale økonomien fokuserer mye på individene, og søker også å finne teorier som gir deterministiske svar. Denne innfallsvinkelen kan synes noe enkel for et felt som miljøet hvor sammenhengene kan være komplekse, eller i mange tilfeller ikke kjent for

vitenskapen. Det er grunn til å tro at bedre naturvitenskapelige data vil avhjelpe problemet med usikkerhet innenfor dette feltet.

3.1.5 Diskonteringsraten⁹

Det er to hovedårsaker til at man diskonterer. Den første er at fremtiden er forbundet med usikkerhet. Dersom et prosjekt vil generere en inntekt om 25 år så vil det være svært mange faktorer som vil kunne endre seg slik at denne inntekten ikke kan tillegges samme vekt som en inntekt i periode 1. Den andre faktoren som tilsier at man bør diskontere er at man ved å investere i et prosjekt vil binde opp finansielle ressurser. Disse ville ellers kunne blitt investert i andre prosjekter, eller plassert i banken. Det oppstår således en form for alternativkostnad. Ved å diskontere finner man nåverdien av en strøm av inntekter og utgifter som et investeringsprosjekt vil generere. Diskonteringsraten er et kontroversielt tema i nytte-kostnadsanalyse. Årsaken til dette er at beslutningen om man skal gjennomføre et prosjekt kan avhenge kritisk av hva diskonteringsraten ligger på. Man kan si at diskonteringsraten gjenspeiler hvordan aktørene i økonomien vurderer et prosjekt i forhold til risiko og hvilken avkastning som er mulig å oppnå ellers i økonomien. En høy diskonteringsrate gir en lav nåverdi av inntekter og kostnader som inntreffer i fremtiden. Dersom man har en diskonteringsrate på null så vil det si at man har full sikkerhet, og inntekt i fremtiden vil være sidestilt med en inntekt i dag.

I det nyklassiske rammeverket oppstår diskonteringsraten i markedet for kapital. Konsumentene bestemmer hvor mye de skal spare, og den aggregerte sparingen gir totale lånbare ressurser i en økonomi. Denne beslutningen tar de på bakgrunn av sine preferanser i forhold til konsum nå, og konsum i fremtiden. Konsumentene har en positiv tidspreferanserate. Dette betyr at man foretrekker konsum nå fremfor konsum i fremtiden. Bakgrunnen for denne effekten er utålmodighet, og risikoaversitet. Et annet aspekt er at når man forutsetter stigende, men avtagende grensenytte av konsum så vil man med økende konsum (inntekt) ha lavere nytte av en enhet konsum i fremtiden enn en enhet konsum nå. Formelt kan man uttrykke dette slik:

$$I = \delta + \eta(C)(\partial t / \partial C) / C$$

⁹ Dette avsnittet er i hovedsak basert på Hanley (1995)

I kaller Hanley for konsumraten for rente, og δ er ren tidspreferanserate. $\eta(C)$ er marginalnyttens elastisitet. $\eta(C) = -(U''(C)C)/U'(C)$, dette uttrykket er positivt fordi $U''(C) < 0$ og $U'(C) > 0$. Endringsraten for konsum er gitt ved uttrykket $(\partial t / \partial C) / C$, dette elementet er typisk positivt med økonomisk vekst. Dette gir at selv med en ren tidspreferanserate på null så vil konsumentene allikevel diskontere fremtiden på grunn av antagelsene om stigende men avtagende grensenytte av konsum. Denne raten bestemmer individets tilbud av kapital. Aggregert tilbud av kapital bestemmer totale lånbare ressurser.

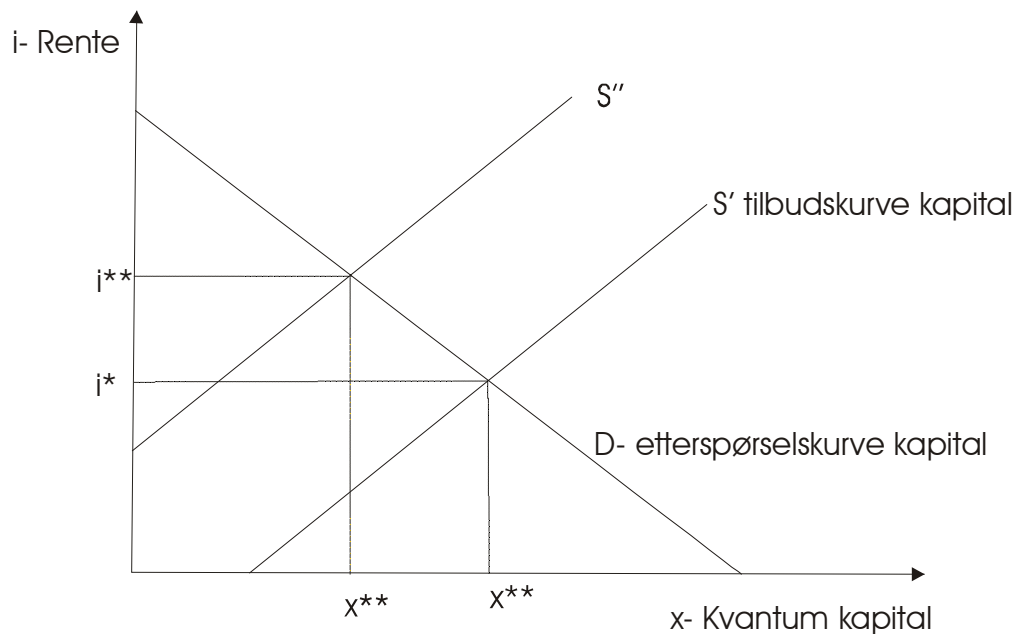
I frikonkurrans vil en konsument ved å spare tjene marginalproduktet av kapital i rente, og man ha likevekt der I er lik marginalproduktet av kapital. Diskonteringsraten oppstår altså i markedet.

Man kan også se på en sosial diskonteringsrate, denne vil normalt være lavere enn den diskonteringsraten som markedet gir fordi:

- 1) Samfunnet vil ønske å spare mer enn den aggregerte sparingen fordi sparing (investering) fører til positive eksterne effekter i fremtiden.
- 2) Individet har som samfunnsmedlem ulik tidspreferanserate enn som konsument. Samfunnsmedlemmet vil typisk ha lavere tidspreferanserate enn konsumenten.
- 3) Det faktum at kun denne generasjonens tidspreferanserate inngår når man avleder diskonteringsraten fra markedet gjør den mindre egnet når det er snakk om langsiktige investeringer. Man tar altså ikke hensyn til kommende generasjoners tidspreferanserater. Et annet problem her er at et individ har et finitt perspektiv på livet i motsetning til myndighetene som (bør ha) har en langsiktig, for ikke å si uendelig tidshorisont. Dermed er den aggregerte lånetilgangen avhengig av konsumentenes (skiftende) tidspreferanserater. Demografiske forhold kan dermed spille inn her.

Alle disse faktorene kan igjen føre til en for høy diskonteringsrate, noe som igjen er opphavet til for lite investeringer i forhold til hva som er optimalt i forhold til kommende generasjoner. Man kan også se på tilbud og etterspørsel etter kapital i en enkel figur. Tilbudet er stigende med økt rente og etterspørselen er fallende.

Figur 3.1.1



S'' er tilbudet av kapital gitt fra markedet, S' er det optimale tilbudet av kapital fra et samfunnsøkonomisk synspunkt. Vi ser av figuren at konsumentene tilbyr for lite kapital og resultatet er den for høye diskonteringsraten i^{**} . Den optimale diskonteringsraten er gitt ved i^* . Dersom konsumentene legger sin subjektive tidspreferanserate til grunn så kan det oppstå en situasjon der konsumentene tilbyr for lite kapital i forhold til hva som er optimalt. Dette forårsaker en for høy rente, noe som igjen forårsaker en for lav investering i langsiktige prosjekter. Den desentraliserte løsningen vil ikke gi optimalitet fordi konsumentene vil fremskaffe et suboptimalt nivå kapital ved å optimere på individplan. Samfunnets intra- og intergenerasjonelle optimering vil gi høyere sparing og dermed lavere diskonteringsrate. En lavere diskonteringsrate vil bety at man verdsetter fremtiden høyere. Dette er litt av årsaken til at det har blitt foreslått å bruke en lavere diskonteringsrate for miljøprosjekter. Konsekvensene av et slikt forslag vil ikke være udelt positive i et miljøperspektiv. Først og fremst vil kostnadsstrukturen i et prosjekt være avgjørende for om et slikt grep ville ha en fordelaktig innvirkning på miljøinvesteringer. For et prosjekt med en stor investering i første fase og med inntekter som kommer i fremtiden så vil en lavere diskonteringsrate opplagt bety en større sannsynlighet for at prosjektet skal bli gjennomført. Mange prosjekter som involverer fornybar energi vil ha en slik kostnadsstruktur. Men for andre typer investeringsprosjekter der man har langsiktige kostnader og kortsiktige inntekter så er resultatet av en lavere diskonteringsrate ikke klart (Angelsen 1991).

Ulike prosjekter vil være eksponert for ulik risiko. I NOU 1997:27 blir finansiell risiko forbundet med offentlige prosjekter håndtert ved at diskonteringsraten blir økt i forhold hvilken risikokategori prosjektene befinner seg i. Investeringer i skoler vil tilhøre lavrisikogruppen, mens konjunkturfølsomme samferdselsprosjekter og investeringer i kraftproduksjon vil tilhøre høyrisikogruppen. I NOU1998:16 anbefales det å benytte et risikotillegg på 4,5 % på prosjekter i sistnevnte kategori.

I 1997 tilrådte utvalget i NOU1997:27 at den risikofrie diskonteringsraten burde settes til 3,5% pr. år reelt. I 1997 var den effektive renten på 10-års statsobligasjoner på 6,2% pr. år. markedrenten på 10-års statsobligasjoner i juni 2003 var på 4,31%¹⁰ pr. år. Siden den renten man kan oppnå i markedet representerer en alternativkostnad så vil fallet i renter tilsi en lavere risikofri diskonteringsrate pr. 2003.

I praksis så vil en kunne se at det ikke finnes noe entydig svar på hvilken diskonteringsrate som er korrekt. Diskonteringsraten blir således gjenstand for skjønnsmessige vurderinger, og derigjennom potensiell påvirkning fra ulike interessegrupper.

3.1.6 Capture

Institusjoner som utfører den samfunnsøkonomiske analysen kan påvirke metoden for å tjene egne eller oppdragsgivers interesser. Når en institusjon skal utføre en nytte- kostnadsanalyse så er det en hel del faktorer som kan påvirkes for at resultatet skal passe med institusjonens egne interesser: Hvilke miljøskader som blir vurdert som betydningsfulle og hvordan disse måles vil kunne påvirke resultatet. Diskonteringsraten blir til en viss grad gjenstand for en skjønnsmessig vurdering. Hvem som blir berørt av et prosjekt, og over hvor mange individ kostnader og inntekter blir aggregert er også viktig for resultatet av en nytte- kostnadsanalyse.

Man kan se på offentlige institusjoner som monopolister som søker å maksimere sin egen inntekt eller nytte, dette samsvarer sjelden med samfunnets nyttemaksimering. Målet kan være å øke budsjetter og dermed også sin, eller sjefene sin, innflytelse. Dette er i direkte konflikt med det som er selve grunntanken bak å utføre nytte- kostnadsanalyse: Økt samfunnsøkonomisk effektivitet. En måte å bøte på dette problemet er å understreke

¹⁰ dn.no 10.06.03.

betydningen av gjennomsiktighet og åpenhet når det gjelder valg og vurderinger som blir foretatt under vurderingen av et prosjekt.

3.1.7 Bærekraftighet

Bærekraftig utvikling går ut på en rettferdig fordeling av ressurser mellom ulike generasjoner og innad i den nålevende generasjonen. Videre kan man si at en generasjons bruk av ressurser ikke skal hindre kommende generasjoner fra å opprettholde samme bruk av ressurser. Hovedfokuset ligger på at man ikke skal frata kommende generasjoner muligheter for konsum eller nytte. Målet med bærekraftig utvikling er ikke primært økonomisk effektivitet, men likhet og rettferdighet. Likevel fremstår det som klart at dersom man kan bruke mindre naturressurser for å oppnå like mye velferd, så er det heller ikke i konflikt med bærekraftighet. Ved å fjerne politiske virkemidler, eller markedssvikt som forårsaker ineffektiv bruk av ressurser, så vil man bedre utsikten for en bærekraftig utvikling. Dersom en skal ta målet om å ikke frata fremtidige generasjoner muligheter til nytte alvorlig, så forutsetter man en ikke avtagende beholdning av naturkapital over tid. Fremtidige generasjoner må ha tilgang til en del grunnleggende ressurser for å kunne oppnå en viss velferd. Ved å bruke begrepet ”naturkapital” så er det underforstått at man kan erstatte noe av dette med menneskeskapte goder. Det er ikke alltid tilfelle. Et annet diskusjonstema vil også bli om man skal regne naturkapitalen i monetære enheter eller i fysiske enheter. Aggregering av fysiske enheter blir vanskelig, men kan gjøres ved at man deler naturressursene inn i undergrupper.

En mulighet for å holde naturkapitalen konstant er å innføre en regel om at man ikke skal gjennomføre et prosjekt hvor netto miljøkostnad er positiv. Dette vil være svært strengt, og for å løse opp på forutsetningene så kan man innføre en ordning der et prosjekt med negativ netto miljøkostnad blir nødt til å bli oppveiet med et skyggeprosjekt med positiv netto miljøgevinst som overstiger miljøkostnaden ved det første prosjektet. Man vil også kunne se for seg en løsning der man over en portefolje av prosjekter krever at summen av positive miljøeffekter må være større enn summen av miljøskader. Man legger et krav til bærekraftighet på nytte- kostnadsanalysen. Dette kravet kan være både svakt (kan gjelde innenfor et budsjettår), eller strengt (kan gjelde over levetiden til prosjektene i portefoljoen).

3.1.8 Fordeler ved nyttekostnadsanalyse

Til tross for alle sine svakheter har nytte- kostnadsanalyse anvendelse i samfunnet i kraft av at det ikke finnes noen god alternativ metode til å vurdere ulike prosjekter, og som samtidig gir

politiske beslutningstakere muligheten til å systematisk sammenstille faktabasert informasjon. Nytte- kostnadsanalyse gir klar og lettfattelig informasjon om valgmulighetene man står ovenfor. Man kan unngå tilfeldige beslutninger hvor myndighetene gjør kostbare feil ved å velge prosjekter som ikke øker den samfunnsøkonomiske lønnsomheten. Dersom nytte-kostnadsanalyse blir brukt kritisk, og på veldefinerte prosjekter, så kan metoden være et verdifullt redskap i beslutningsprosessen. Metoden har også en klar fordel ved at den er konsistent med økonomisk teori, praktisk og tilbyr et rammeverk hvor ikke bare rivaliserende prosjekter kan bli sammenlignet, men hvor prosjekter fra ulike sektorer kan bli evaluert opp mot hverandre, og bli vurdert ut fra et kriterium; samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Andre fordeler med nyttekostnadsanalyser er at den som metode er forholdsvis transparent, og at den ikke bare måler holdningene til konsumentene, men også måler styrken i deres preferanser. Man kan således påpeke at metoden har et interessant demokratisk aspekt ved seg. Nytte-kostnadsanalyse er et nyttig hjelpemiddel i beslutningsprosessen, men kan ikke erstatte kvalitative vurderinger av ulike prosjekt. Et eksempel på dette er diskusjonen rundt DDT. Myten sier at ved diskusjonen om hvorvidt man skulle forby bruken av DDT ikke kunne tilråde en slik løsning ut fra en samfunnsøkonomisk kalkyle. Nå er det slik at man på den tiden¹¹ ikke foretok samfunnsøkonomiske analyser slik vi kjenner dem i dag, men eksempelet illustrerer likevel poenget om at selv om en samfunnsøkonomisk analyse tilsier at man ikke bør gjennomføre et tiltak, så kan kvalitative vurderinger gi et annet svar. I noen tilfeller kan det være fornuftig å tillegge den kvalitative vurderingen størst vekt.

3.1.9 Nytte- kostnadsanalyse som normativ og positiv analyse.

Nytte- kostnadsanalyse gir grunnlag for å vurdere om prosjekter er samfunnsøkonomisk lønnsomme. Samfunnsøkonomisk lønnsomhet blir definert som når den samlede betalingsvilligheten for et prosjekt overstiger kostnadene. Man kan derfor hevde at metoden er positiv. Metoden gir imidlertid grunnlag for beslutninger som blir fattet om hvilke prosjekter som blir gjennomført eller ikke, og dermed vil den ha effekt på velferden i samfunnet. Det er derfor tungtveiende grunner til å hevde at metoden er normativ.

3.1.10 Litt om hvordan nytte- kostnadsanalyser blir brukt i praksis.

I praksis blir nytte- kostnadsanalyse mye brukt i offentlig sektor, og som tidligere nevnt er det innenfor samferdselssektoren hvor bruken er mest systematisk. Et gjennomgående trekk for

¹¹ Bruken av DDT ble forbudt over store deler av verden, deriblant Norge, i 1972.

bruken er imidlertid at selve gjennomføringen av analysen blir satt bort til eksterne miljøer.¹² Det er dermed opp til dem som utfører analysen å spesifisere metode. Sett i lys av at metoden skal bidra til at man skal kunne sammenligne prosjekter og tiltak på tvers av sektorer så er mangelen på samkjøring en svakhet.

I Nyborg (2002) vises det til en intervjuundersøkelse foretatt av medlemmene pr 1993 i Stortingets samferdselskomité om deres holdninger til bruk av nytte- kostnadsanalyser. I praksis viser det seg at nytte- kostnadsanalyse blir benyttet som faktagrunnlag for beslutningstakerne i offentlig sektor, men de resultater som kommer av denne blir i mindre grad fulgt slavisk. Det vises også til at på den politiske aksene var venstresiden mer skeptisk til metoden enn høyresiden. Årsaken til dette kan være det tradisjonelle fokuset venstresiden har hatt på inntektsutjevning og deres kritiske holdning til at markedsmekanismen blir introdusert på stadig flere områder av samfunnet.

3.2 Anvendt nytte- kostnadsanalyse

Vi skal nå gå fra å se på de metodiske problemene ved nytte- kostnadsanalyse til å se på en anvendelse av analyseformen på prosjekter. I lys av det økende behovet for ny kraft i Norge er det interessant å stille opp to av de aktuelle alternative metodene for ny produksjon opp mot hverandre ved hjelp av nytte- kostnadsanalyse. Valget står mellom å bygge et gasskraftverk av typen som Naturkraft har planlagt på Kårstø og på Kollsnes. Disse vil gi en produksjon på 3 TWh, men vil også medføre store utslipp av klimagasser, og å bygge ut vindkraft som vil forsyne samfunnet med tilsvarende mengde elektrisk kraft. Vindkraftverk vil skåne miljøet ved at man unngår utslipp av klimagasser, men er heller ikke problemfritt i et miljøperspektiv.

Analysen vil være lagt opp med en kvalitativ beskrivelse av konsekvensene først, med en påfølgende kvantifisering av de ulike konsekvensene etterpå. Analysen vil være stilisert i den forstand at den ikke er knyttet til konkrete prosjekter og ved at det blir benyttet standardiserte tall på utbyggingskostnader.

3.2.1 Kvalitativ Vurdering av vindkraft

En 2MW vindturbin har en navhøyde på 60-70 meter, og gir en årlig produksjon på 6 GWh/år. Det er vanlig å regne med utbyggingskostnader i størrelsesorden 7000 kr/kW, og

¹² NOU1997:27

vedlikeholdskostnader på 2%. Vindkraft er fritatt for investeringsavgift, og man betaler halv el-avgift på kraft som stammer fra denne produksjonsformen.¹³ I 2002 var el-avgiften på 9,30 øre/kWh. Det er under visse forutsetninger mulig å oppnå investeringsstøtte på 25 prosent fra myndighetene. Til sammen utgjør disse virkemidlene ca 10 øre/kWh. Vindkraftproduksjon er fordelaktig kombinert med vannkraft da man kan lagre effekt i vannmagasinene. Man unngår altså å måtte ha en reserveeffekt tilgjengelig i tilfelle vindstille. I noen land har man kullfyrte kraftverk som skal produsere energi i situasjoner der man har mangel på vindkraft, noe som fører til at det fordelaktige aspektet med vindkraft til en viss grad blir borte.

Vindkraft har en del positive egenskaper :

- Baserer seg på fornybar energi.
- Energikilden vil ikke belaste miljøet gjennom utvinning eller transport.
- Energikilden er uutømmelig.
- Vind gir gratis tilgang på ”brennstoff” og vil på den måten ikke bli utsatt for tilfeldige prissvingninger.
- Vindkraft er i stor grad reversibelt ved at man med relativ letthet kan demontere vindturbinene og tilbakeføre området nært opp til opprinnelig tilstand. Videre vil deler av materialene i vindturbinene kunne gjenvinnes.
- Folk er generelt positive til vindkraft selv om NIMBY-syndromet (Not In My BackYard) gjør seg gjeldende.
- Høyest produksjon på vinteren da etterspørselen etter, og prisene på kraft er høyest.
- Er i tråd med en desentralisert energiløsning.
- Gir gevinster der man har store overføringstap ved at forbruket ligger langt fra produksjonen
- Påfører ikke fremtidige generasjoner kostnader.
- Medfører ikke globale eller regionale miljøproblemer.
- Er godt egnet i et system dominert av vannkraft.
- Positivt energiregnskap. Energien brukt til produksjon og montering av en vindmøllepark vil være generert i løpet av 3-4 måneder.¹⁴
- Kan bygges gradvis og på kort tid.

¹³NVE (2001). ”Nye fornybare energikilder”. Status pr. 2001.

¹⁴ European Commission, Directorate-General for Energy, (1997) “Wind Energy- The Facts”, Vol.4.”The Environment”

Men en vindpark har også en del negative sider:

1. Under fremstilling, transport og montering av vindturbinene.
 - Arbeidsulykker.
 - Utslipp av miljøfarlige stoffer.
 - Bygging av fundamenter, kraftlinjer og veier vil medføre en del sprengningsarbeid.

 2. I driftsfasen:
 - *Problemer som knytter seg til fauna.* Kollisjon med fugl er et tema som raskt kommer opp når vindmøller blir nevnt, men skal ikke være et så stort problem som først antatt. Rotorene skal bevege seg så sakte at fuglene normalt skal kunne unngå. Det er blitt foretatt en simulering av forholdene i Nederland når det gjelder fugledød forårsaket av vindturbiner.¹⁴ Eksempelet skisserer opp en utbygging av vindmøller som gir 1 GW effekt (en utbygging i samme størrelsesordenen vi ser på her), dette fører til 20.000 døde fugler. Nå skal en være forsiktig med å overføre slike tall helt uten videre da slike estimat avhenger av artsforhold og faktorer knyttet til den enkelte lokalitet. Et viktig element i diskusjonen er imidlertid hva alternativet vil medføre. Effekter ved utvinning og transport av gass, samt global oppvarming og sur nedbør fører også til press på fuglebestander. Trekkerte og hekkeområdeproblematikk er lite kartlagt, men turbinene antas å ha en viss innvirkning. Fugl kan bli forstyrret i områder for næringssøk og hekking. I enkelte områder kan rein og andre dyr bli forstyrret.
 - *Elektromagnetisk interferens.* Er en av årsakene til at Forsvaret har gått imot utbygging av noen vindparker. Refleksjoner fra rotorbladene fører til forstyrrelser i radiokommunikasjon og for radarstasjoner. Kan også påvirke sivile radio- og tv-signaler.
 - *Arealbruk.* Beslaglegger store områder i den forstand at en vindpark av en viss størrelse har en stor utbredelse. Områdene kan i mange tilfeller utnyttes helt opp til fundamentet for turbinene. Enkelte begrensninger vil det likevel bli i forbindelse med jakt. Vinterstid vil turbiner ved oppstart kunne forårsake iskast, dette vil kreve en sikkerhetssone rundt de aktuelle anleggene hvor det blir forbud mot / redusert ferdsel. Det kan virke som om vindparker slik kan ramme friluftslivinteresser.
-

- *Støy.* Vindkraftverk vil normalt bli lagt til tynt befolkede områder og støyplagen vil være mindre alvorlig. En vindpark med 10 turbiner vil på 500 meter frembringe et støynivå på 42 dB når vinden blåser i retning målepunktet.¹⁵ Disse opplysningene er hentet fra en rapport fra 1997, og man kan si at siden den tid så har størrelsen på møllene har vist en økende tendens, mens støyproblemene isolert sett har blitt redusert. Nettoeffekten av dette er usikker. Ved høyere vindhastighet vil støyen fra turbinene øke, men med en lavere takt enn lyd fra omgivelsene. Støyen fra turbinene vil på denne måten bli maskert i lyden fra omgivelsene.
- *Visuell forurensning.* Det har vist seg at det elementet det knytter seg høyest miljøkostnader til er visuell forurensning. På Smøla hvor Statkraft har fått konsesjon til å bygge ut 150 MW, er det høyeste punktet på øyen 44 meter over havet, det sier seg selv at når vindturbinene har en navhøyde på 70 meter og rotordiameteren er på 75-80 meter så vil disse byggverkene være svært synlige i det åpne kystlandskapet.
- *Variabel produksjon.* Produksjonen vil variere over tid som følge av meteorologiske forhold og vil isolert sett bidra til fluktusjon i prisene. Dette vil imidlertid ha mindre innvirkning i det norske systemet enn i andre land da vindkraft ikke er tiltenkt en dominerende rolle i elektrisitetsforsyningen.

Andre positive eksternaliteter av vindkraft kan være at ulike selskaper som produserer eller distribuerer energi kan profilere seg som miljøvennlige ovenfor kunder og myndigheter. Etablering av en vindturbinpark kan også sikre bedrifter mot fremtidige prisøkninger på energi og strenge miljøkrav fra myndighetenes side.

3.2.2 Eksempel 1: Vindkraft .

Inntekter:

SSB indikerer at engrosprisen på kraft vil nå 17,7 øre/kWh i 2005 og 21 øre/kWh i 2010, målt i 2000-priser¹⁶. I eksempelet antar jeg at prisene øker lineært fra 17,7 øre/kWh i år 1 til 21 øre/kWh i år 6 for så å holde seg på dette nivået resten av perioden. Inntekten vil være lik for både vindkraft og gasskraft.

¹⁵ European Commission, Directorate-General for Energy, (1997) "Wind Energy- The Facts", Vol.4."The Environment"

¹⁶ SSB Rapporter 2001/31. "Regional og nasjonal utvikling i elektrisitetsforbruket til 2010"

Kostnader :

Anleggskostnader for vindkraft ligger på 7.000 kr/kW¹⁷. Man bygger ut 1 GW effekt:

$7.000 \cdot 1.000.000 = 7.000.000.000$. Vi benytter en diskonteringsfaktor på 7% pr. år, og beregner prosjektets levetid til 25 år. Vedlikehold beløper seg vanligvis til 2% av investeringskostnadene og utgjør dermed 140.000.000 kr. Miljøkostnaden er her satt til 1 øre/kWh og kommer da på 30.000.000 kr ved en produksjon på 3 TWh. Nordahl (2000) kommer fram til en miljøkostnad ved utbygging på Smøla på 0,55 øre/kWh. Danske undersøkelser¹⁸ har kommet frem til en miljøkostnad på 1 øre, og det blir også indikert i Andersen (1998) at miljøkostnaden ligger i intervallet 0-2 øre/kWh for vindenergi. I ”Nye fornybare energikilder” (NVE 2001) indikerer man en miljøkostnad for vind på 1-2 øre/kWh. Disse anslagene vil variere ettersom noen prosjekter krever betydelige investeringer i nye eller større kraftlinjer, mens man ved andre prosjekter kan benytte seg av eksisterende ledningsnett.

Tabell 3.2.1 *Oversikt over ulike anslag på miljøkostnader ved produksjon av vindkraft.*

Forfatter	Miljøkostnad
Nordahl (Smøla) (2000)	0,55 øre/kWh
Andersen (1998)	0-2 øre/kWh
Nye fornybare energikilder(2001)	1-2 øre/kWh
Social Assessment of Windpower (1996)	<1 øre/kWh ¹⁹

¹⁷ NVE (2001). ”Nye fornybare energikilder”

¹⁸ ”Social Assessment Of Windpower” -AKF 1996

¹⁹ Tall i danske kroner.

Tabell 3.2.2 Regneeksempel vindkraft.

År	Diskonterings- faktor på 7%	Nytte	Nåverdi av nytten	Kostnader	Nåverdi av kostnadene
0	1			7 000 000 000	7 000 000 000
1	0,9346	531 000 000	496 261 682	170 000 000	158 878 505
2	0,8734	550 800 000	481 090 052	170 000 000	148 484 584
3	0,8163	570 600 000	465 779 569	170 000 000	138 770 639
4	0,7629	590 400 000	450 413 333	170 000 000	129 692 186
5	0,7130	610 200 000	435 064 167	170 000 000	121 207 651
6	0,6663	630 000 000	419 795 601	170 000 000	113 278 178
7	0,6227	630 000 000	392 332 337	170 000 000	105 867 456
8	0,5820	630 000 000	366 665 736	170 000 000	98 941 548
9	0,5439	630 000 000	342 678 258	170 000 000	92 468 736
10	0,5083	630 000 000	320 260 054	170 000 000	86 419 380
11	0,4751	630 000 000	299 308 462	170 000 000	80 765 775
12	0,4440	630 000 000	279 727 534	170 000 000	75 482 033
13	0,4150	630 000 000	261 427 602	170 000 000	70 543 956
14	0,3878	630 000 000	244 324 862	170 000 000	65 928 931
15	0,3624	630 000 000	228 340 992	170 000 000	61 615 823
16	0,3387	630 000 000	213 402 797	170 000 000	57 584 882
17	0,3166	630 000 000	199 441 866	170 000 000	53 817 646
18	0,2959	630 000 000	186 394 267	170 000 000	50 296 866
19	0,2765	630 000 000	174 200 250	170 000 000	47 006 417
20	0,2584	630 000 000	162 803 972	170 000 000	43 931 230
21	0,2415	630 000 000	152 153 245	170 000 000	41 057 225
22	0,2257	630 000 000	142 199 294	170 000 000	38 371 238
23	0,2109	630 000 000	132 896 537	170 000 000	35 860 970
24	0,1971	630 000 000	124 202 371	170 000 000	33 514 925
25	0,1842	630 000 000	116 076 982	170 000 000	31 322 360
Totale					
neddiskonterte			7 087 241 820	8 981 109 140	
Nytte/kostnader					

Vi skal senere sammenligne resultater, og endre variabler for å se hvordan resultatene endrer seg.

Det er planlagt å bygge to gasskraftverk på 3 TWh hver her i Norge. Disse vil benytte seg av naturgass, og vil medføre et betydelig utslipp av klimagasser. De vil også legge beslag på områder som i praksis ikke vil kunne bringes tilbake til opprinnelig tilstand. Det vil bli lagt restriksjoner på områder rundt gasskraftverkene i forbindelse med støy og sikkerhet. Selv om faren for ulykker ved et moderne og veldrevne gasskraftverk er svært liten vil de potensielle konsekvensene være betydelige.

3.2.3 Kvalitativ Vurdering av gasskraft

En del av disse argumentene vil ligne argumentene for vindkraft, men med motsatt fortegn.

Gasskraft har en del positive egenskaper :

- Stabil produksjon.
- Benytter seg av gass og kan bidra til å gi denne merverdi ved å benytte den innenlands.
- Kan utvikle miljøer med kompetanse innenfor dette feltet på linje med dansk vindkraft.
- Bidrar til heterogenitet i fremstillingen av elektrisitet i kraftsystemet.
- Rikelig tilgang på brennstoff.

Men et gasskraftverk har også en del negative sider:

1. Under bygging og transport av gassturbinene.
 - Arbeidsulykker.
 - Utslipp av miljøfarlige stoffer.
 - Konstruksjon av bygninger, kraftlinjer, rørledninger, og veier.
2. I driftsfasen:
 - Utslipp av CO₂ og NO_x til luft. CO₂ bidrar til drivhuseffekten og vil dermed vanskeliggjøre målet om å redusere utslippet av klimagasser med pluss 1% i forhold til 1990-nivå som Norge har forpliktet seg til gjennom Kyoto-avtalen.
 - Utslipp av kjølevann. Gassturbinene vil ha behov for kjøling. En del av dette kjølevannet kan sees på som en ressurs som vil kunne utnyttes, men det vil likevel være utslipp av oppvarmet vann til sjø.
 - Beslaglegger arealer.
 - Støy. All industri vil være en kilde til støy, dette gjelder også gasskraftverk.
 - Visuelle faktorer. Det er naturlig å bygge gasskraftverk i nærheten av ilandføringsanlegg for naturgass. Da naturgassproduksjonen i Norge foregår på kontinentalsokkelen vil gasskraftverkene bli lagt til kystområder. Kystlandskapet er ofte åpent og en kilde til rekreasjon for mange individer. Et gasskraftverk vil medføre vesentlige inngrep i naturen og vil være synlig i en ikke ubetydelig avstand.

- Vil være eksponert for prissvingninger på brennstoffet. Selv om det vil være mulig å kjøpe naturgass på kontrakt vil en økning i prisen medføre en alternativkostnad.
- Tar lang tid å bygge. Det har vist seg både nasjonalt og internasjonalt at gasskraftverk tar lang tid fra de blir planlagt til de blir bygget. Dette skyldes ofte lokal motstand og at kritisk innstilling til denne typen teknologi i deler av opinionen.

Sammenlignet med vindkraft kan det se ut til at man må bygge ut større enheter for å sikre bedriftsøkonomisk lønnsomhet. Et gasskraft verk av størrelsen som er skissert her vil bidra betydelig til det nasjonale utslippet av CO₂.

3.2.4 Eksempel 2: Gasskraftverk.

Inntekter:

Bruker samme utgangspunkt som for vindkraft.

Kostnader:

Utbyggingskostnadene er på 2.000.000.000 kr. Brensel og drift beløper seg til 11 øre/kWh ved en gasskostnad på 60 øre/Sm³, dette vil utgjøre 330 000 000 kr /år.²⁰ Miljøkostnaden ligger i intervallet 8-32 øre/kWh²¹, jeg benytter her det laveste tallet. Det kan være grunn til å benytte det midterste anslaget på miljøkostnad dersom man antar at alle anslagene for miljøkostnaden er like sannsynlige. Som vi skal se av følsomhetsanalysen er gasskraftprosjektet veldig følsomt ovenfor økt miljøkostnad. Prosjektet vil åpenbart være ulønnsomt ved bruk av den forventede verdien, men det kan også være tilfellet at miljøkostnaden er så lav som 8 øre/ kWh. Med en miljøkostnad på 8 øre/kWh vil denne posten utgjøre 240 000 000 kr/år. Utslippet av CO₂ vil være på 1.050.000 tonn og utslippet av NO_x på 560 tonn.

²⁰ NOU 1998: 11 ”Energi- og kraftbalansen mot 2020”

²¹ NVE (2001). ”Nye fornybare energikilder”

Tabell 3.2.3 Regneeksempel gasskraft

År	Diskonterings- faktor på 7%	Nytte	Nåverdi av nytten	Kostnader	Nåverdi av kostnadene
0	1			2 000 000 000	2 000 000 000
1	0,9346	531 000 000	496 261 682	570 000 000	532 710 280
2	0,8734	550 800 000	481 090 052	570 000 000	497 860 075
3	0,8163	570 600 000	465 779 569	570 000 000	465 289 790
4	0,7629	590 400 000	450 413 333	570 000 000	434 850 271
5	0,7130	610 200 000	435 064 167	570 000 000	406 402 122
6	0,6663	630 000 000	419 795 601	570 000 000	379 815 068
7	0,6227	630 000 000	392 332 337	570 000 000	354 967 353
8	0,5820	630 000 000	366 665 736	570 000 000	331 745 190
9	0,5439	630 000 000	342 678 258	570 000 000	310 042 233
10	0,5083	630 000 000	320 260 054	570 000 000	289 759 097
11	0,4751	630 000 000	299 308 462	570 000 000	270 802 894
12	0,4440	630 000 000	279 727 534	570 000 000	253 086 817
13	0,4150	630 000 000	261 427 602	570 000 000	236 529 735
14	0,3878	630 000 000	244 324 862	570 000 000	221 055 827
15	0,3624	630 000 000	228 340 992	570 000 000	206 594 231
16	0,3387	630 000 000	213 402 797	570 000 000	193 078 721
17	0,3166	630 000 000	199 441 866	570 000 000	180 447 403
18	0,2959	630 000 000	186 394 267	570 000 000	168 642 432
19	0,2765	630 000 000	174 200 250	570 000 000	157 609 750
20	0,2584	630 000 000	162 803 972	570 000 000	147 298 832
21	0,2415	630 000 000	152 153 245	570 000 000	137 662 459
22	0,2257	630 000 000	142 199 294	570 000 000	128 656 504
23	0,2109	630 000 000	132 896 537	570 000 000	120 239 724
24	0,1971	630 000 000	124 202 371	570 000 000	112 373 573
25	0,1842	630 000 000	116 076 982	570 000 000	105 022 031
Totale					
neddiskonterte			7 087 241 820		8 642 542 412
Nytte/kostnader					

I følgende tabell er resultatene fra analysen over sammenfattet.

Tabell 3.2.4 Sammenfatting av resultatene fra gasskrafteksempelet og vindkrafteksempelet.

	Nyttetekostnadsbrøk	NNV
Vindkraft, miljøkostnad 1 øre/kWh	0,79	-1 893 867 320
Gasskraft, miljøkostnad 8 øre/kWh	0,82	-1 555 300 592

Vi ser at ingen av eksemplene er lønnsomme ut fra de vanlige kriteriene for å vurdere samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Nettonåverdi av begge prosjektene er negativ og nyttetekostnadsbrøken er under en. Likevel vil gasskrafteksempelet fremstå som det mest ønskelige fra et samfunnsøkonomisk ståsted.

I tabell 3.2.5 ser man hvordan kostnadene fordeler seg på de ulike kildene for de to eksemplene.

Tabell 3.2.5 *Kostnader etter kilde. (Alle tall i øre/kWh).*

	Vindkraft	Gasskraft
Kapitalkostnad	20,02	5,72
Driftskostnad	4,667	1,9
Brenselkostnader ²²		9,1
Miljøkostnad	1	8
Totalt	25,687	24,72

Her er kostnadselementene brukket ned i de enkelte komponentene. Vi ser at kostnadene ved vindkraft i hovedsak er forbundet med investeringen, mens for gasskraft vil de finansielle kostnadene utgjøre en mindre del. Brenselkostnadene og miljøkostnaden vil derimot utgjøre de største postene for gasskrafteksempelet.

3.2.5 Følsomhetsanalyse.

Ved å variere ulike parametere kan vi se hvordan de to alternativene vil komme ut og ovenfor hvilke faktorer de er mest følsomme.

Det er tidligere benyttet en diskonteringsfaktor på 7%, det kan være grunner som taler for at denne kunne vært lavere. Jeg vil gjenta ovenstående analyse med en diskonteringsfaktor på 5,5% for å se om denne faktoren vil ha avgjørende betydning for resultatene analysen gir.

²² Ved gasspris 60/Sm³, Kilde: Thorsen, K. (NVE), (2003) Gasskraftverk med CO₂-håndtering, hvordan? Foredrag på seminaret Gasskraft-nå og i fremtiden.

Tabell 3.2.6 Resultater ved bruk av diskonteringsrate på 5,5%.

	Nyttekostnadsbrøk	NNV
Vindkraft, miljøkostnad 1 øre/kWh	0,88	-1 092 288 567
Gasskraft, miljøkostnad 8 øre/kWh	0,85	-1 457 861 629

Vi ser at den lave renten ikke vil endre konklusjonene i forhold til samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Vindkraftalternativet har en høy investeringskostnad i periode 0, men de videre kostnadene er forholdsvis lave, slik vil nytteoverskuddet i hver periode være høyt. Situasjonen for gasskraftverket vil være motsatt, investeringskostnaden er lav, men de løpende kostnadene ved drift, brennstoff og miljøskade er høye. Nytteoverskuddet er dermed lavere i hver periode enn for vindkraftutbyggingen. En lavere diskonteringsrate vil dermed føre til at de høye kostnadene mot slutten av perioden vil bli tillagt mer vekt. Motsatt vil en lavere diskonteringsrate bety at inntektene gjennom levetiden til vindkrafteksempelet veier tyngre. Reduksjonen i diskonteringsrate fører til at lønnsomheten ved begge prosjektene blir bedret, og at den opprinnelige rangeringen blir endret. Reduksjonen i diskonteringsraten fra 7% til 5,5% fører dermed til at vindkrafteksempelet vil fremstå som det beste eksempelet.

Den faktoren som er den mest kritiske i forhold til resultatene i analysen er miljøkostnaden. I eksempelet med gasskraft er det laveste anslaget på miljøkostnaden brukt. Vi skal nå se på hvilken effekt det vil ha på analysen dersom vi varierer miljøkostnaden for både vindkrafteksempelet og gasskrafteksempelet. I alle disse tilfellene benytter vi oss av en diskonteringsrate på 7%.

Tabell 3.2.7 Resultater ved bruk av ulike miljøkostnader.

	Nyttekostnadsbrøk	NNV
Vindkraft, ingen miljøkostnad	0,82	-1 544 300 000
Vindkraft, miljøkostnad 4øre/kWh	0,71	-2 942 689 806
Gasskraft, ingen miljøkostnad	1,21	1 241 559 371
Gasskraft, miljøkostnad 3,5øre/kWh	1	17 933 137
Gasskraft, miljøkostnad 12øre/kWh	0,71	-2 953 730 573
Gasskraft, miljøkostnad 18øre/kWh:	0,58	-5 051 375 545
Gasskraft, miljøkostnad 32øre/kWh:	0,42	-9 945 880 480

Som vi ser av tabell 3.2.7 så vil ikke vindkraftalternativet bli lønnsomt selv uten noen form for miljøkostnad. Ved miljøkostnad på 4 øre/kWh vil man se en forverring i den samfunnsøkonomiske lønnsomheten. Dersom man antar at det ikke er noen form for miljøkostnad forbundet med produksjon av energi fra gasskraftverket så vil dette alternativet være lønnsomt. Dette er selvfølgelig ikke realistisk. Grensen for samfunnsøkonomisk lønnsomhet vil gå ved en miljøkostnad på i overkant av 3,5 øre/kWh. Dette er under det intervallet som er blitt indikert som mulig miljøkostnader. Som vi ser av tabellen kommer de to alternativene likt ut når man benytter en svært høy miljøkostnad for vindkraftprosjektet (4øre/kWh), og en relativt lav miljøkostnad (12øre/kWh) på produksjonen fra gasskraftverket. Ved høye miljøkostnader fremstår gasskrafteksempelet som et svært dårlig alternativ sett fra en samfunnsøkonomisk synsvinkel.

Når det gjelder gjennomføringstidspunkt så kan det være tilfelle at man ved å utsette prosjektet kan øke nyttekostnadsbrøken, eller kanskje til og med gjøre hele prosjektet lønnsomt. Ved å utsette prosjektet kan en utnytte ny informasjon, teknologi og fallende kostnader.

Man har sett at kostnadene for vindturbiner har falt med 20% med hver dobling av kvantum produsert. For tiden dobler produksjonen av vindturbiner seg hvert tredje år.²³ Dersom en forutsetter at dette er tilfelle videre, samt at en tar med i beregningen at prisene på strøm har en økende tendens, så vil vindkraftprosjektet kunne vise seg å bli lønnsomt på et fremtidig tidspunkt. Det skal likevel legges til at potensialet for kostnadsreduksjon ikke er ubegrenset.

Ved å se på et vindkrafteksempel med reduserte kostnader og økte engrospriser på kraft, så vil sensitiviteten vindkraftprosjektet har ovenfor gjennomføringstidspunkt bli synliggjort. Man venter til engrosprisen på kraft når 21 øre/kWh og holder seg stabil i hele perioden, og man antar videre at kostnadene ved vindkraft faller 30 % før prosjektet blir gjennomført. Diskonteringsraten som blir brukt er 7 %, og miljøkostnaden er på 1 øre/kWh.

²³ Ackermann,T., Söder,L.,(2002) "An overview of wind energy-status 2002"

Tabell 3.2.8 Resultater ved utsetting av vindkraftutbygging.

	Nyttekostnadsbrøk	NNV
Vindkraft, bygging utsettes.	1,07	5 360 648 262

Som vi ser vil vindkraftprosjektet bli samfunnsøkonomisk lønnsomt gitt de forutsetningene vi har gjort ovenfor. Det skal understrekes at det knytter seg stor usikkerhet til denne vurderingen. Videre kostnadsreduksjoner for vindkraftteknologien vil ikke kunne fortsette uendelig, blant annet er det trolig at man vil nå en terskel når det gjelder selve størrelsen på møllene.

Ut over de faktorene nevnt ovenfor vil det være andre faktorer som kan påvirke resultatene analysen gir. Dersom levetiden til begge prosjektene blir forlenget vil man se at vindkraftprosjektet vil komme bedre ut av analysen fordi nytteoverskuddet er høyere i alle periodene enn ved gasskraftprosjektet. Lengre levetid betyr flere perioder med nytteoverskudd. Kortere levetid vil føre til at vindkraftprosjektet får færre perioder med nytteoverskudd som veier opp for den initielle investeringen. Gasskrafteksempelet vil således komme bedre ut i forhold til vindkrafteksempelet ved en kortere levetid for prosjektene. Et annet interessant tema er hvorvidt man skal avsette kostnader til demontering av vindmøller og gasskraftverk i den siste perioden. Det har ikke lyktes å finne anslag på denne kostnaden, men det er grunn til å tro at kostnadene ikke er ubetydelige.

For gasskraftprosjektet så knytter det seg en betydelig usikkerhet til hvordan utslippene av CO₂ skal bli behandlet. De mest aktuelle alternativene er rensing og innkjøp av kvoter. Vi skal her se på et eksempel hvor man renser utslippene fra gasskraftverket. Rensingen påvirker kostnadene ved at kraftverkets virkningsgrad reduseres, driftkostnadene øker og gjennom økte investeringskostnader. Det finnes ulike teknologier for rensing av CO₂. De mest kostnadseffektive øker kostnadene ved produksjon av elektrisk kraft med 18 øre/kWh sammenlignet med et konvensjonelt kraftverk.²⁴

²⁴ Kilde: Thorsen, K. (NVE),(2003) Gasskraftverk med CO₂-håndtering, hvordan? Foredrag på seminaret Gasskraft-nå og i fremtiden.

Tabell 3.2.9 Resultater ved bruk av renseteknologi.

	Nyttekostnadsbrøk	NNV
Gasskraft, med renseteknologi.	0,58	-5 051 375 545

Som vi ser av tabellen ovenfor vil ikke en løsning med CO₂-rensing av utslippene fra gasskraftverket være fordelaktig fra et samfunnsøkonomisk synspunkt. Når det gjelder kjøp av CO₂-kvoter så knytter det seg stor usikkerhet til kvoteprisen fordi betydningsfulle land har ikke undertegnet Kyoto-avtalen. Ved en kvotepris på 100kr/tonn så vil kostnaden ved innkjøp av kvoter med et utslipp av CO₂ på 1 050 000 tonn²⁵ bli 105 000 000kr. Dette vil utgjøre 3,5 øre/kWh ved en produksjon på 3TWh.

Tabell 3.2.10 Resultater ved en ordning med innkjøp av kvoter.

	Nyttekostnadsbrøk	NNV
Gasskraft med kjøp av CO ₂ -kvoter til 100kr/tonn.	1	17 933 137

Ved kjøp av CO₂-kvoter til den angitte prisen ser man at gasskrafteksempelet blir lønnsomt.

Risiko i forhold til inntekter er lik for de to prosjektene og knytter seg til utviklingen i elektrisitetsprisene. Det er en hel del usikkerhetsmomenter knyttet til dette aspektet, jeg vil kort nevne konjunktursituasjon i økonomien, og en videre integrering av elektrisitetsmarkedene i Nord-Europa gjennom nye kabler for overføring av strøm til Kontinentet og Storbritannia.

3.3 Kommentar

I dette kapitlet har vi knyttet samfunnsøkonomisk effektivitet til nyttekostnadsanalyse. Vi har fokusert på de metodiske problemene ved denne metoden for å vurdere prosjekter og tiltak i forhold til samfunnsøkonomisk effektivitet. Resultatet har vært at til tross for sine svakheter fremstår nyttekostnadsanalysen som et godt verktøy i mangelen på alternative metoder for vurdering av prosjekter. Videre ble det gjennomført en samfunnsøkonomisk analyse på et hypotetisk gass- og vindkraftprosjekt. Vi har sett av følsomhetsanalysen at miljøkostnaden og gjennomføringstidspunktet for vindkraft er de faktorene som påvirker resultatene mest.

²⁵ Kilde: Naturkraft sin hjemmeside.

Diskonteringsraten spiller også inn, og kan endre rangeringen mellom prosjektene. Det skal kun en moderat økning i miljøkostnadene for gasskraftprodusenten til før dette eksempelet fremstår som lite ønskelig fra samfunnets side. Det kan se ut til at det vil være fordelaktig å vente med en massiv utbygging av vindkraftprosjekter fordi kostnadene har en fallende tendens mens man ser en økende tendens når det gjelder elektrisitetprisen. Innenfor de rammene som er skissert opp i denne analysen har vi også sett at kostnadene ved rensing, med den teknologien som er tilgjengelig nå, er så høye at det vil være en bedre løsning for samfunnet å satse på vindkraft. Likevel vil det være knytte en del usikkerhet til hvordan man skal håndtere kostnadene til demontering av vindparkene og gasskraftverket.

4 Virkemidler for implementering av fornybar energi

To viktige faktorer som er helt sentrale ved en politikk for å implementere vindkraft er at virkemidlene skal være styringseffektive, altså at tiltakene skal ha tilsiktet virkning, samt at de bør være kostnadseffektive. For å sikre langsiktighet og troverdighet så ville det ville være ønskelig om myndighetene gav en lovnad eller garanti om at denne ordningen skulle vare i en bestemt tidsperiode, på denne måten kan bedriftene ha langsiktighet i sine prioriteringer, og ikke være prisgitt ulike politiske regimer og signaler. Hvor mye denne faktoren spiller inn er usikkert, men denne typen vurderinger blir gjort når bedriftene skal ta sine investeringsbeslutninger. Flexibilitet er også viktig i forhold til virkemidler fordi underliggende faktorer som kostnadsstruktur endrer seg. I forhold til vindkraft er dette et tema da kostnadene har falt radikalt de siste årene.

Idealløsningen på dette problemet er imidlertid at man ved konsum av andre energiformer betaler den reelle samfunnsøkonomiske kostnaden, enten ved direkte kompensasjon til de skadelidte, eller der dette ikke er mulig, ved at myndighetene innfører en skatt som representerer de samfunnsøkonomiske kostnadene. Dette vil være i tråd med FSB- prinsippet (forurensere skal betale). Ved at forurenser ikke betaler den reelle kostnaden, så kan en si at han blir subsidiert av samfunnet ved at han får benytte seg knappe ressurser til å slippe ut miljøskadelige stoffer .

4.1 Direkte virkemidler

Dette er virkemidler av typen lover, pålegg, reguleringer, standarder og konsesjoner. Disse har varierende styringseffektivitet og baseres på at myndighetene har inngående kjennskap til den regulerte næringen samt til effekten produksjonen har på naturmiljøet. Når det gjelder produsentene av elektrisk kraft er det grunn til å tro at myndighetene generelt har god oversikt over denne sektoren. Videre er næringen gjennomregulert, sentralisert, og dominert av bedrifter med statlig eller kommunalt eierskap. Myndighetene gjør derfor utstrakt bruk av direkte reguleringer i denne bransjen. Når det gjelder vindkraft spesielt så er man tidlig i lærefasen her i landet. Man har begrenset erfaring med vindkraftproduksjon. Kostnadsmessig kan man hente en del kunnskap fra andre land, men i forhold til miljøpåvirkningen så vil man ha lokale variasjoner som følge av ulik flora og fauna. Befolkningen i Norge vil også ha begrenset erfaring med vindparker og det knytter seg derfor en del usikkerhet til deres

verdsetting av den påvirkning vindturbinene har på naturmiljøet. Denne usikkerheten taler for bruk av indirekte virkemidler

4.2 Indirekte virkemidler

Indirekte virkemidler som skatter og avgifter kan man kalle allokeringsinstrumenter. Med dette menes at man kan påvirke ressursallokeringen i en mer effektiv retning. Bakgrunnen for å satse på denne typen regulering er å påvirke desentraliserte beslutningstagere i markedet ved å gi dem økonomiske incentiver til å endre adferd i ønsket retning. Man lar altså ikke den asymmetriske informasjonen mellom myndigheter og bedrift være til hinder, men utnytter denne ved å la bedriftene selv velge strategi for å oppnå målene som er blitt satt av myndighetene. For eksempel når det gjelder grønne sertifikater så definerer myndighetene fornybar energi som et sett av ulike produksjonsmetoder for å fremskaffe energi. Så kan de produsentene som ønsker selv å fremskaffe denne energien velge metode selv. Man overlater altså beslutningene til bedriftene fordi man antar disse kjenner teknologien og kostnadsstrukturen best. Bedriftene velger selv den teknologien de anser å være best og for å ha det beste utviklingspotensialet. Denne typen virkemidler har likevel en del svakheter, spesielt gjelder dette de direkte subsidiene som i praksis blir vurdert to ganger i året gjennom budsjettforhandlingene. Avgifter har, på den andre siden en tendens til å være satt for lavt.

4.2.1 Avgifter

I miljøpolitikk blir avgifter brukt til å internalisere miljøkostnadene ved produksjon av goder. Brukt riktig kan avgifter være med på å øke den samfunnsøkonomiske effektiviteten ved at proveny fra miljøavgifter kan brukes til å lette på andre mer vridende skatter og avgifter. Selv om miljøkostnadene ved å produsere kraft fra vindturbiner er usikre, så kan man generelt si at de har et lavere nivå enn det gasskraft har. Dette skulle tilsi at man la en høy avgift på produksjon av kraft fra ikke-fornybare kilder. I forhold til implementering av vindkraft vil jeg derfor peke på at avgiftsnivået på andre produksjonsformer bør være korrekt satt. Avgiften på utslipp av CO₂ bør reflektere den marginale miljøskaden, på det viset vil vindkraftens mulige fordelaktighet avtegne seg i en konkurransedyktig pris.

Et moment i forhold til denne problemstillingen kan være at etablerte aktører i energimarkedet har begynt å interessere seg for de fornybare energikildene. Dette kan medføre at implementering av den nye teknologien går senere enn det som kunne vært mulig fordi de etablerte aktørene også kan ha interesser i gasskraftverk. De aktørene som er involvert i

gasskraft vil nok gå imot tiltak som kan fremme fornybar energi på bekostning av tradisjonell energi gjennom de kanaler som de har tilgjengelig.

4.2.2 Subsidier

Subsidier kan ha mange ulike former, men det er vanlig å dele dem inn i direkte og indirekte subsidier. Direkte subsidier er støtteordninger som blir finansiert over offentlige budsjett. Et eksempel på dette er investeringstilskudd. I kategorien indirekte subsidier inngår skattesubsidier, det vil si reduksjon i, eller fritak for skatter og avgifter, og diverse andre former for kapitalkostnadssubsidier. Myndighetene kan videre fremskaffe varer og tjenester til en lav pris.

Det kan synes som om det av politiske årsaker kan bli vanskelig å innføre en korrekt avgift på utslippene fra gasskraft. Det blir da aktuelt å se på muligheten for å gjøre vindkraft konkurransedyktig ved å redusere kostnadene eller eventuelle skatter og avgifter som industrien betaler.

Tabell 4.2.1 Skjematisk fremstilling av de ulike støtteordningene til gasskraft og vindkraft. (Status pr 2001).

		Gasskraft	Vindkraft
Indirekte virkemidler	Investeringsavgift	Ja	Fritak
	Forbruksavgift	Ja	Halv
	Skatt	Overskuddskatt	Overskuddskatt
Direkte virkemidler	Konsesjon	Anleggskonsesjon Utslippstillatelse	Anleggskonsesjon Byggetillatelse

Kilde: NVE

Fritak for investeringsavgift

Dette virkemiddelet vil være en form for subsidie så lenge konvensjonelle måter å frembringe kraft på må betale investeringsavgift. Dette kan regnes for å være en substansiell støtteordning da kostnadene ved vindkraftverk i all hovedsak knytter seg til investeringene.

Halv forbruksavgift

Dette er aktiv bruk av avgifter for å stimulere til økt produksjon av miljøvennlig energi. Man kan likevel diskutere om denne avgiften har form av å være en Pigou-skatt, i så fall taler mye for at denne skulle vært nær null for vindkraft. Tanken bak en Pigou-skatter er at denne skal representere den samfunnsøkonomiske kostnaden. Som nevnt ovenfor er den samfunnsøkonomiske kostnaden ved vindkraft lav i forhold til gasskraft.

Investeringstøtte

Tilskudd til investeringer på inntil 25 prosent denne sektoren. Denne støtte-ordningen er også betydelig.

4.2.3 Næringspolitiske virkemidler

Næringspolitiske virkemidler går ut på at myndighetene legger til rette for etablering av en næring ved å foreta investeringer som reduserer dens kostnader. Når det gjelder vindkraft så vil myndigheten kunne bidra til miljøer og institusjoner som kan ta seg av kartlegging av vindressurser på ulike lokaliteter. Dette vil bidra til å senke kostnaden en utbygger har ved en etablering. Måltrettet utbygging av infrastruktur (veier, ledningsnett) kan også senke kostnaden for den enkelte utbygger. Videre kan myndighetene redusere kostnadene eventuelle utbyggere har i forbindelse med søknadsprosessen ved å fokusere på god informasjon, og gjøre den byråkratiske prosessen hurtigere.

4.2.4 Grønne sertifikater

Ordningen med grønne sertifikater går ut på at en viss andel av kraften som en distributør tilbyr i markedet, eller en viss andel av konsumet til forbrukerne, skal komme fra fornybare energikilder. Produsenter av grønn kraft selger elektrisk kraft og grønne sertifikater. Man kan si at man slik skaper et marked hvor "fravær av negative eksternaliteter" (ren luft) blir omsatt i form av grønne sertifikater. Det blir opprettet en instans som sertifiserer den grønne kraften og et finansielt marked for de grønne sertifikatene. Etterspørselen etter sertifikatene kommer fra distributørene eller produsentene. Myndighetene bestemmer andelen kraft som skal komme fra fornybare kilder, og ordningen er ment å stimulere til økt investering i fornybare energiformer. Handelen med sertifikater øker inntekten for produsentene av fornybar energi, og hjelper denne sektoren å etablere seg. Systemet er fleksibelt, kostnadseffektivt og målrettet. Ordningen er markedsbasert og innebærer ingen direkte finansiell byrde for myndighetene. En innføring av grønne sertifikater vil kunne føre til en moderat økning i

prisene til forbruker. Fordi det er betydelig usikkerhet ved produksjonen av vindkraft kan dette stokastiske elementet overføres til konsumentene gjennom svingninger i prisene. Dersom antallet produsenter av grønn kraft er lavt kan disse havne i en situasjon der de har markedsrett og dermed kan påvirke prisene. Et annet minus kan være at ordningen kan vise seg å være dyr og vanskelig å administrere.

5 Analyse av virkemidler

Dersom en tar utgangspunkt at produksjonen av fornybar kraft ikke er konkurransedyktig med produksjon av konvensjonell kraft kan en peke på at det er behov for ordninger som kan føre til at samfunnet oppnår en del mål som forbedrer situasjonen. For å gjennomføre disse målsetningene kan man benytte en rekke ulike virkemidler. Virkemidlene som skal iverksettes bør være målrettede og kostnadseffektive. Men for at et virkemiddel skal være målrettet er det nærliggende å peke på at det er viktig at man har veldefinerte mål for hva en ønsker å oppnå.

Når det her blir referert til ”grønn” kraft så menes det energi produsert med fornybar teknologi, og ”svart” kraft, eller ”konvensjonell” kraft brukes for å beskrive energi som blir fremstilt på en måte som medfører utslipp av CO₂.

5.1 Mål og virkemidler

Følgende mål defineres:

1. Å sørge for at fornybar energi skal utgjøre en viss prosentandel av den totale energimiksen.
2. Å øke den absolutte produksjonen av grønn kraft til et gitt nivå.

Ut over at ordningene som innføres bør være målrettede, så bør de også være selvfinansierende, det vil si at ingen av ordningene skal implisere noen form for overføringer fra myndighetenes side. Dersom man finansierer subsidien ved overføring fra myndighetene kan det medføre at noen av konsumentene i økonomien vil måtte bidra til ordningen ut over det konsumet deres av elektrisk kraft skulle tilsi. Det ville også bety at myndighetene ville drive inn disse midlene ved hjelp av skatter. Å analysere slike effektene ville kreve en omfattende generell likevektsmodell.

Målsettingene blir så realisert ved å benytte følgende virkemidler:

- A. Ved en ordning med grønne sertifikater.
- B. Avgift på produksjonen av konvensjonell kraft. Provenyet som avgiften medfører blir overført lump-sum til produsenten av grønn kraft.
- C. Subsidie av produksjonen av fornybar kraft. Overføringen som behøves blir belastet produsentene av konvensjonell kraft lump-sum.

D. En kombinasjon av avgift på produksjonen av konvensjonell kraft og subsidie av produksjonen av fornybar kraft. Provenyet som avgiften genererer vil gå til å finansiere utgiften ved subsidien.

Alle disse virkemidlene kan realisere målsettingene, men det er også viktig å se hvordan resultatet blir i forhold til kostnadseffektivitet. Dette vil bli vurdert ut fra hvordan virkemidlene påvirker den samfunnsøkonomisk effektiviteten. I dette eksempelet forutsettes det at utgangseksempelet vil representere en samfunnsøkonomisk effektiv løsning. Det vil være en forenkling fordi man kan regne med at det er eksterne kostnader forbundet med produksjonen av konvensjonell kraft. Dette er nettopp årsaken til at man ønsker å innføre virkemidler for å oppnå visse målsetninger i forhold til sammensetningen av produksjonen av elektrisk kraft. Det kan dermed være tilfellet at avgiftsløsningen vil bidra til å internalisere de samfunnsøkonomiske kostnadene ved produksjonen av konvensjonell kraft og dermed vil bidra til å øke den samfunnsøkonomiske effektiviteten. Jeg vil her se bort fra denne effekten i modellen.

Siden man i Nord Europa stadig har sett en større grad av integrasjon av kraftmarkedene kan en si at valget mellom ”grønn” og ”svart” kraft ikke kun er teoretisk. Norge har i all hovedsak basert sin produksjon av kraft på vannkraft som i sammenligning med en del andre produksjonsteknologier kan anses som relativt miljøvennlig. I det nordeuropeiske markedet benyttes det ulike teknologier i fremstillingen av elektrisk kraft. På den ene siden har man teknologier som innebærer mindre alvorlig påvirkning på naturmiljøet, og på den andre siden har man kontroversielle produksjonsteknologier som medfører betydelige utslipp til luft, eller svært ødeleggende konsekvenser ved uhell. Vi har sett at i perioder med stor etterspørsel etter elektrisk kraft har Norge vært netto importør av kraft. Denne kraften kan komme fra vindkraftverk, atomkraftverk eller kullkraftverk. Som antydning i innledningen kan en anta at videre utbygging av vannkraft av betydning ikke er særlig sannsynlig både på grunn av at ressursen er blitt knapp, men også grunnet politiske signaler om at så ikke vil bli gjort.

Jeg vil først presentere en modell for å formalisere problemstillingen som vi ønsker å beskrive. Deretter vil de ulike partenes tilpasninger bli presentert og likevekt funnet. Så blir virkemidlenes påvirkning i likevekt diskutert. Jeg tar så for meg et regneeksempel hvor jeg innfører noen enkle kostnadsfunksjoner for de to ulike typene produsentene. Deretter blir de

målsettingene som er skissert opp ovenfor gjennomgått i dette konkrete eksempelet. Til sist vil jeg oppsummere resultatene.

I modellen, som er hentet fra Amundsen og Mortensen (2001), skilles det mellom to typer produsenter: produsenter av svart kraft benytter seg av konvensjonell teknologi for å frembringe elektrisk kraft. Produsenter av grønn kraft gjør seg nytte av fornybare energikilder i produksjonen av elektrisitet.

5.2 Modell

Modellen består av tre aktører; konsumenter, produsenter av grønn kraft og produsenter av svart kraft. Produsentene produserer en homogen vare, elektrisk kraft, og selger kraften til distributører. Disse blir pålagt av myndighetenes at en viss mengde av kraften de selger skal være fornybar kraft. Distributørene vil så selge den elektriske kraften videre til konsumentene. Dersom myndighetene skattlegger de svarte produsentene antas det at skatteprovenyet blir overført lump-sum til de grønne produsentene. Ved subsidie vil utgiften bli belastet produsenten av svart kraft lump-sum

Variabelliste:

p = konsumentpris på elektrisitet

q = engrospris på elektrisitet

t = avgift på produsentene av svart kraft

u = subsidie til produsentene av grønn kraft

s = pris grønne sertifikater

x = totalt produksjon av strøm, $x=z+y$

y = produksjon av strøm fra produsenter av svart kraft

z = produksjon av strøm fra produsenter av grønn kraft

$h(z)$ = produksjonskostnader for produsenten av grønn kraft. $h'(z) > 0$.

$c(y)$ = produksjonskostnader ved produksjon av konvensjonell kraft. Marginalkostnadene er positive. $c'(y) > 0$, $c''(y) > 0$

$p(x)$ = etterspørselsfunksjon, denne er konstant fallende: $p'(x) < 0$, $p''(x) = 0$

α = prosentandel av strøm fra fornybare kilder

g^d = etterspørsel etter grønne sertifikater

Vi har to markeder: Engrosmarked og sluttbrukermarked. Vi antar at det er frikonkurranse i begge disse.

Jeg tar med subsidien og avgiften på produksjonen fra den svarte produsenten helt fra begynnelsen, men setter disse lik null i utgangseksempelet.

5.2.1 Tilpasninger

Tilpasning produsenter av svart kraft:

$$\text{Maks}\Pi(y_j) = qy_j - c(y_j) - ty_j$$

Inntekten disse får vil være engrosprisen multiplisert med kvantum produsert, mens kostnadene vil bestå av summen av produksjonskostnader og avgiften som blir lagt på produksjonen. Kostnaden ved produksjon av konvensjonell kraft er i all hovedsak konstante. På lang sikt vil en kunne duplisere gasskraftverk. Naturgass finnes tilgjengelig i store kvanta, og en økt etterspørsel fra produsenter av svart kraft antas ikke å ha prisvirkninger. Årsaken til at man her antar økende kostnader er at man forutsetter at bedriftene må gå til innkjøp av CO₂-kvoter. Den økte etterspørselen etter CO₂-kvoter vil ha prisvirkninger.

Førsteordensbetingelse:

$$\frac{\partial \Pi}{\partial y_j} = q - c'(y_j) - t = 0$$

Førsteordensbetingelsen vil gi tilpasningen til produsenten av svart kraft.

$$q = c'(y_j) + t \tag{5.1}$$

Produsentene av svart elektrisitet tilpasser seg slik at grenseinntekten er lik summen av avgiften og grensekostnaden ved produksjon.

Tilpasning produsenter av grønn kraft:

$$\text{Maks}\Pi(z_k) = (q + s)z_k - (h(z_k) - uz_k)$$

Produsenten av grønn kraft vil i tilfellet med grønne sertifikater få inntekter fra salg av kraft til engrospris og fra salg av grønne sertifikater. Ved en løsning med subsidie så vil de få sin inntekt fra salg av kraft. Kostnadene vil bli redusert med subsidien. Selve kostnadsstrukturen vil reflektere at denne formen for produksjon av kraft baserer seg på naturressurser. Vindkraftprodusentene vil først utnytte de lokalitetene som er best egnet til produksjon av

kraft for så å stadig bli nødt til å benytte mindre egnede plasser til produksjon av elektrisk kraft. Man antar dermed stigende grensekostnader.

Førsteordensbetingelse:

$$\frac{\partial \Pi}{\partial z_k} = q + u + s - h'(z_k) = 0$$

Førsteordensbetingelsen gir tilpasningen til produsenten av grønn kraft.

$$q + s = h'(z_k) - u \quad (5.2)$$

Produsenten av grønn kraft vil produsere inntil grenseinntekten er lik grensekostnaden. Inntekten vil i tilfellet med grønne sertifikater ($u=0$) komme fra salget av kraft og sertifikater, mens ved subsidietilfellet ($\alpha=0$) så vil marginalinntekten bestå av engrospris på kraft. Kostnadene vil imidlertid bli redusert med subsidien.

Tilpasning distributør:

$$\text{Maks} \Pi(x_i) = px_i - (\alpha s + q)x_i$$

Distributøren henter sin inntekt fra salg av kraft til markedspris, og utgiften hans er forbundet med innkjøp av kraft fra de ulike produsentene til engrospris, og ved en ordning med grønne sertifikater vil utgiften også være forbundet med innkjøp av sertifikater for å tilfredstille andelskravet som de er pålagt av myndighetene.

Førsteordensbetingelse:

$$\frac{\partial \Pi}{\partial x_i} = p - (\alpha s + q) = 0$$

Førsteordensbetingelsen gir distributørens tilpasningen ved en ordning med grønne sertifikater:

$$p = (\alpha s + q) \quad (5.3)$$

Distributøren vil selge kraft til markedspris og kjøpe inn kraft fra produsentene og sertifikater fra produsentene av grønn kraft. Dersom man ikke har en ordning med grønne sertifikater vil man se at markedsprisen vil være lik engrosprisen på strøm. Formelt setter vi $\alpha=0$.

Tilpasningen blir da:

$$p = q \quad (5.4)$$

Markedsprisen er lik engrosprisen.

5.2.2 Likevekter

Vi ser på et lukket marked uten import av kraft fra utlandet.

Likevekt i engrosmarkedet:

Kvantum:

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

Pris:

$$q^* = c'(y^*) + t = h'(z^*) - u = h'(z^*) - s$$

Likevekt i sluttbrukermarkedet:

Kvantum:

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

Pris:

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

Likevekt uten noen form for innblanding fra det offentlige:

I modellen påvirker myndighetene markedet gjennom å pålegge distributørene å kjøpe grønne sertifikater tilsvarende en andel grønn kraft, avgiftsbelegge den svarte produksjonen, og ved å subsidiere produksjonen av grønn kraft. I en likevekt uten noen form for intervensjon fra myndighetenes side vil man altså ha fravær av disse virkemidlene. Formelt kan vi si at man setter t , u og α lik null. Dette gir en løsning der markedsprisen på kraft er lik engrosprisen på kraft. Kvantumet i markedet vil kun avhenge av markedsprisen på kraft og prisen i markedet vil avhenge av grensekostnaden til produsentene.

Tilpasningen blir da:

$$p^* = c'(y^*) = h'(z^*)$$

Tilbud av kraft på lang sikt

Tilbudet av kraft vil være gitt av en tilbudskurve for næringen som helhet. Denne vil være stigende for både produsentene av grønn og svart kraft. Denne tilbudskurven vil være gitt ved grensekostnadene for bedriftene. Man vil se at man ikke har avgang eller etablering av bedrifter når man er på denne kurven. Siden man her tar for seg lang sikt, så vil produsentene tilpasse seg optimalt fordi de kan variere alle innsatsfaktorene fritt. På kort sikt vil man imidlertid kunne se perioder hvor man har negativ eller positiv profitt i næringen, og dette vil

være et signal til aktørene at de bør omallokere sine ressurser. Næringen som helhet vil imidlertid alltid havne tilbake på den langsiktige tilbudskurven.

5.3 Komparativ analyse

Grønne sertifikater:

Myndighetene har innført et andelskrav for å påvirke markedet til å sørge for at samfunnet når visse målsetninger innenfor elektrisitetsnæringen. Det virker derfor naturlig at myndighetene kan øke produksjonen av grønn kraft ved å øke andelskravet. Det er imidlertid usikkert hvordan et økt andelskrav vil påvirke produksjonen av grønn kraft. I likevekt er prisen på grønne sertifikater gitt ved $s = \frac{p(z/\alpha) - q}{\alpha}$. Hvordan prisen på grønne sertifikater utvikler seg

ved en økning i andelskravet vil dermed avhenge av forholdet mellom $(p-q)$ og α . Endringene i p og q vil avhenge av tilbuds- og etterspørselset弹isitetene. Mer elastisk etterspørsel vil føre til redusert pris på sertifikatene og dermed lavere grenseinntekt til produsentene av den grønne elektrisiteten. Vi ser at sertifikatprisen er viktig for inntekten til produsentene av grønn kraft. Når økningen av andelskravet har usikre effekter på sertifikatprisen vil dette medføre at effekten på produksjonen av grønn kraft også er usikker. Når det gjelder effekten på produksjonen av svart kraft så vil man under de forutsetningene vi har tatt i forhold til formen på tilbudet se at et økt andelskrav reduserer engrosprisen. Produksjonen av svart kraft vil dermed falle som et resultat av det økte andelskravet. Men siden effekten et økt andelskrav har på produksjonen av grønn kraft er usikker, så vil effekten på den totale produksjonen være usikker.

Avgift på produksjonen fra de svarte produsentene t:

Vi ser på en situasjon uten andre virkemidler enn avgift på produksjon av svart kraft. Dette innebærer formelt at $\alpha=0$ og $u=0$. Vi ser da fra likevekten i engrosmarkedet at engrosprisen blir lik markedsprisen. Fordi produksjon av svart kraft medfører utslipp av CO₂ kan en se på denne avgiften som en CO₂-avgift. Avgiften vil redusere produksjonen av svart kraft fordi den øker grensekostnaden ved produksjon. Gitt de forutsetningene vi har tatt i forhold til formen på etterspørselen og tilbudet så kan en se at produsentene av svart kraft delvis vil velte over de økte utgiftene på konsumentene. Vi vil dermed se en økning i markedsprisen, og dette vil øke marginalinntekten til produsentene av grønn kraft. Slik vil en avgift føre til økt produksjon av grønn kraft. Effekten på den totale produksjonen av kraft er usikker, og vil avhenge av forholdet mellom endringen i produksjonen av svart kraft, og endringen i

produksjonen av grønn kraft. Ved å innføre en avgift vil man sørge for at grensekostnadene ved produksjon av svart kraft øker, dette vil først og fremst føre til en reduksjon i produksjonen av svart kraft.

Subsidie av den grønne produsenten u:

Vi ser på en situasjon der man kun har en enhetssubsidie på produksjonen av kraft fra produsenten av grønn elektrisk kraft. Som i tilfellet med avgift over vil man ved $\alpha = 0$ få markedspris lik engrospris på kraft. Det er ingen avgift på produsenten av konvensjonell kraft, vi setter $t=0$. Subsidien vil redusere kostnadene de grønne produsentene har ved produksjon av kraft, og de vil reagere på dette instrumentet med å øke produksjonen. På samme måte som avgiften fører til høyere markedspris vil subsidien bidra til redusert markedspris. Den reduserte markedsprisen vil redusere marginalinntekten til produsenten av svart kraft. Den konvensjonelle produsenten vil dermed produsere mindre kraft. Hvordan endringene vil påvirke det totale kvantumet vil avhenge av forholdet mellom endringen i produksjon av svart kraft og endringen i produksjon av grønn kraft. Det som skiller subsidien fra de andre virkemidlene er at den bidrar til å redusere grensekostnadene i forbindelse med produksjon av grønn kraft.

Kommentar

De tre ulike virkemidlene kan alle brukes til å oppnå målsetningene vi har skissert opp i starten av kapitlet, men de innehar også ulike egenskaper. Alle vil påvirke marginalprofitten til de ulike produsentene på ulike måter. Som vi har sett så bidrar ordningen med grønne sertifikater til å øke grenseinntektene til de grønne produsentene. Avgiften bidrar til å øke grensekostnadene ved produksjon av svart kraft, mens subsidien reduserer kostnaden ved produksjon av grønn kraft. Måten skatteprovenyet blir overført til de grønne produsentene, og utgiften til subsidien blir belastet produsentene av konvensjonell kraft, vil også ha effekter. I tilfellet med en lump-sum overføring av skatteprovenyet vil man stimulere marginale produsenter til å produsere. Det motsatte er tilfellet i eksempelet der produsentene av svart kraft vil bli belastet utgiftene til subsidien.

5.4 Effekter på likevektsløsningen av de ulike virkemidlene – regneeksempel

Andelen er et relativt mål, og denne kan økes ved å redusere den totale mengden elektrisk strøm produsert. Den absolutte produksjonen av grønn kraft er et konkret mål på produksjonen.

I første omgang skal vi se på et eksempel der man søker å realisere løsning der den fornybare produksjonen utgjør 40% av den totale produksjonen. Deretter vil vi se på ulike løsninger hvor man oppnår en produksjon av grønn kraft på 25.

5.4.1 Tilpasninger

Tilpasning produsenter av svart kraft:

Vi bruker følgende kostnadsfunksjon for produsenten av svart kraft

$$c(y) = \frac{1}{2}y^2, \text{ slik at } c'(y) = y \text{ og } c''(y) = 1 .$$

Ved å sette denne inn i (5.1) finner man at den optimale tilpasning for produsenten av svart kraft er:

$$q = y + t \tag{5.5}$$

Produksjonen av svart kraft er gitt ved:

$$y = q - t$$

Tilpasning produsenter av grønn kraft:

For å beskrive kostnadene produsenten av grønn kraft har ved fremstilling av energi benytter vi oss av følgende funksjon:

$$h(z) = z^2 + z, \text{ slik at } h'(z) = 2z + 1 \text{ og } h''(z) = 2$$

Ved å sette denne inn i (5.2) finner man at den optimale tilpasningen for produsentene av grønn elektrisitet i tilfellet med grønne sertifikater er:

$$q + s = 2z + 1 \tag{5.6}$$

Produksjonen av grønn kraft er da gitt ved

$$z = \frac{1}{2}q + \frac{1}{2}s - \frac{1}{2}$$

Vi ser at produksjonen av grønn kraft øker med en stigning i sertifikatprisen.

I tilfellet med subsidie har man følgende tilpasning:

$$p = 2z + 1 - u \tag{5.7}$$

Produksjonen av grønn kraft er da gitt ved:

$$z = \frac{1}{2}p + \frac{1}{2}u - \frac{1}{2}$$

5.4.2 Likevekter

Likevekt i engrosmarkedet:

Tilbudet i engrosmarkedet vil da ved en ordning med grønne sertifikater være gitt ved:

$$x(q) = z + y$$

$$x(q) = \frac{1}{2}q + \frac{1}{2}s + \frac{1}{2} + q$$

$$x(q) = \frac{3}{2}q + \frac{1}{2}s - \frac{1}{2}$$

Etterspørselen etter kraft vil være gitt ved den etterspørselen som distributørene står ovenfor i sluttbrukermarkedet.

Likevekt i sluttbrukermarkedet:

Vi ser først på likevekt uten grønne sertifikater, men med avgift på produksjonen fra produsenten av svart kraft, og subsidie av produksjonen fra produsenten av grønn kraft.

Tilbudet av kraft vil kun være gitt av produsentene av svart kraft dersom prisen er under 1:

$$X_T = p - t$$

Her produserer kun produsentene av svart kraft fordi prisen i markedet er for lav til at produsentene av grønn kraft skal produsere.

Når markedsprisen er over 1 vil begge typer produsenter være aktive. Tilbudet er da gitt ved følgende sammenheng:

$$X_T = \frac{3}{2}p - t + \frac{1}{2}u - \frac{1}{2}$$

Etterspørselen antas å være gitt ved:

$$X_E(p) = 100 - p$$

Prisen og kvantum i likevekt blir dermed (for priser over 1):

$$p^* = 40,2 + \frac{2}{5}t - \frac{1}{5}u \quad (5.8)$$

$$x^* = 59,8 - \frac{2}{5}t + \frac{1}{5}u \quad (5.9)$$

Vi ser at produksjonen av grønn og svart kraft blir:

$$z^* = 19,6 + \frac{1}{5}t + \frac{2}{5}u \quad (5.10)$$

$$y^* = 40,2 - \frac{3}{5}t - \frac{1}{5}u \quad (5.11)$$

5.4.3 Utgangseksempel

Vi ser her på utgangseksempelen hvor myndighetene ikke benytter noen virkemidler for å påvirke markedet, vi setter altså subsidien og skatten lik null. Vi ser av (5.8) og (5.9) at prisen i markedet blir 40,2 og kvantumet blir 59,8. Videre ser vi av (5.10) og (5.11) at produksjonen av grønn kraft vil ligge på 19,6, og produksjonen av konvensjonell kraft vil være 40,2.

De ulike produsentenes profitt fremkommer som følger.

Profitten til produsenten av svart kraft:

$$\Pi(y) = TR - TC$$

$$\Pi(y) = py - \frac{1}{2}y^2$$

$$\Pi(y) = 40,2 * 40,2 - \frac{1}{2}40,2^2$$

$$\Pi(y) = 1616,04 - 808,2$$

$$\Pi(y) = 808,02$$

Profitten til produsenten av grønn kraft:

$$\Pi(z) = TR - TC$$

$$\Pi(z) = pz - (z^2 + z)$$

$$\Pi(z) = 19,6 * 40,2 - (19,6^2 + 19,6)$$

$$\Pi(z) = 787,92 - 403,76$$

$$\Pi(z) = 384,16$$

Finner så produsentoverskudd (P.O.):

$$P.O. = \Pi(y) + \Pi(z)$$

$$P.O. = 808,02 + 384,16$$

$$P.O. = 1192,18$$

Konsumentoverskudd (K.O.):

$$K.O. = \int_0^{59,8} (100 - x)dx - px$$

$$K.O. = 4191,98 - 2403,96$$

$$K.O. = 1788,02$$

Vi kan sammenfatte informasjonen i følgende tabell

Tabell 5.4.1 *Sammenfatting av resultater fra utgangseksempel.*

p	x	z	y	$\Pi(z)$	$\Pi(y)$	P.O.	K.O.	SØO	Dødvektstap	α
40,2	59,8	19,6	40,2	384,2	808,0	1192,2	1788,0	2980,2	0,0	0,33

Det er de ulike verdiene som man får når myndighetene ikke benytter seg av noen virkemidler for å påvirke markedene.

I det videre vil de ulike virkemidlene bli gjennomgått. Det skal legges til at det er blitt foretatt forkortelser i tabellene slik at man i noen tilfeller ikke vil oppnå nøyaktig de samme verdiene som er oppgitt ved å benytte tallene i tabellene i utregninger. Begrunnelsen for avrundingene er at denne gjennomgangen kun skal tjene som et eksempel og at det er derfor ikke av avgjørende betydning at man har en svært høy grad av nøyaktighet i tabellene. Avvikene vil likevel ikke være store.

5.4.4 Virkemidler - mål andel grønn produksjon lik 40%

Grønne sertifikater:

Tabell 5.4.2 *Sammenfatting av resultater fra eksempel med grønne sertifikater.*

p	x	z	y	$\Pi(z)$	$\Pi(y)$	P.O.	K.O.	SØO	Dødvektstap	α
40,7	59,3	23,7	35,6	562,4	632,7	1195,1	1758	2953,1	27,1	0,4

Grønne sertifikater gir en løsning med høyere pris og lavere kvantum enn utgangseksempel. Siden produsenten av grønn kraft får ekstra inntekt gjennom salget av sertifikatene, så går deres profitt opp. Produsentene av svart kraft vil på den andre siden få lavere inntekter siden de vil måtte selge kraften til engrospris til distributøren. Denne prisen ligger under markedsprisen.

Avgift på produsentene av svart kraft $t=12$:

Tabell 5.4.3 *Sammenfatting av resultater fra eksempelet med avgift.*

p	x	z	y	$\Pi(z)$	$\Pi(y)$	K.O.	P.O.	SØO	Dødvektstap	α
45,0	55,0	22,0	33,0	880,0	544,5	1424,5	1512,5	2937,0	43,2	0,4

Avgiftsbelegning av produsenten av svart kraft fører til en substansiell økning i markedsprisen, og en reduksjon i kvantum omsatt i markedet. Økningen i markedsprisen skyldes at produsentene foretar en delvis overveltning av avgiftene på konsumentene. Likevel vil den marginale inntekten ved salg av konvensjonell kraft falle slik at profitten og produksjonen av konvensjonell kraft faller betydelig. Den økte markedsprisen øker marginalinntekten til produsentene av fornybar energi og dette er mekanismen bak den økte produksjonen av grønn kraft. Avgiften fører til det største samfunnsøkonomiske tapet vi har sett til nå. Denne løsningen driver en kile inn mellom prisen produsentene oppnår i markedet og den inntekten de reelt får ved salg av en enhet elektrisk kraft.

Subsidie av den grønne produsenten $u=13,5$:

Tabell 5.4.4 *Sammenfatting av resultater fra eksempelet med subsidie.*

p	x	z	y	$\Pi(z)$	$\Pi(y)$	P.O.	K.O.	SØO	Dødvektstap	α
37,5	62,5	25,0	37,5	625,0	365,6	990,6	1953,1	2943,0	36,5	0,4

Vi ser her at subsidien reduserer markedsprisen og hever omsatt kvantum i forhold til utgangseksempelet. Subsidien fører til at produksjonen av grønn kraft øker betydelig. Den lave markedsprisen fører til at produsentene av konvensjonell kraft produserer mindre enn i utgangseksempelet. Overføringen til de grønne produsentene kommer fra de svarte produsentene. Til sammen fører dette til at produsenten av svart kraft i denne løsningen oppnår relativt lav profitt. Konsumentene vil komme fordelaktig ut av en slik løsning da man ser at den lave markedsprisen fører til et høyt konsumentoverskudd.

Kombinasjon t=5 og u=7,56 :

Tabell 5.4.5 Sammenfatting av resultater fra eksempelet med bruk av både avgift og subsidie.

p	x	z	y	$\Pi(z)$	$\Pi(y)$	P.O.	K.O.	SØO	Dødvektstap	α
40,7	59,3	23,6	35,7	558	636,8	1194,8	1758,8	2953,7	26,5	0,4

Det finnes en hel rekke kombinasjoner av t og u som vil sikre fornybar energi en andel på 40% av den totale produksjonen. Siden en av forutsetningene for hele systemet er at det skal være selvfinansierende har jeg her sett på en løsning hvor avgiftsprovenyet finansierer utgiften til subsidien. Det finnes kun en slik kombinasjon. Vi kombinerer her de to ulike virkemidlene og lar dem virke sammen. Avgiften er effektiv når det gjelder å redusere produksjonen av svart kraft og subsidien innehar gode egenskaper når det gjelder å øke produksjonen av grønn kraft. Vi ser at den totale mengden kraft reduseres noe i forhold til utgangseksempelet samt at prisen øker.

Kommentar:

Alle ordningen sikrer at produksjonen av fornybar energi utgjør 40 % av den totale produksjonen. Fra et samfunnsøkonomisk ståsted kommer kombinasjonsløsningen best ut. Ordningen med grønne sertifikater vil også være en god løsning. Disse ordningene sørger for de minste forstyrrelsene i markedsløsningen. For konsumentene vil ordningen med subsidie være den mest fordelaktige. Alle ordningene øker profitten til produsentene av grønn kraft og redusere profitten til produsentene av svart kraft. Avgiftsløsningen gir den høyeste profitten for produsentene av grønn kraft og kombinasjonsløsningen gir den høyeste profitten for produsentene av svart kraft. Den ordningen som både sikrer en andel på 40% for produsentene av grønn kraft og gir den høyeste produksjonen av grønn kraft er subsidieløsningen. Denne vil imidlertid forårsake en større ineffisiens enn kombinasjonsløsningen og ordningen med grønne sertifikater. Den minst fordelaktige løsningen vil imidlertid være avgiftsløsningen. Man vil bli nødt til å pålegge produsentene av svart kraft en relativt høy avgift for å oppnå den ønskede effekten. Denne høye avgiften vil samtidig forårsake et høyt dødvektstap.

5.4.5 Virkemidler – Mål: grønn produksjon lik 25

Grønne sertifikater:

Tabell 5.4.6 Sammenfatting av resultater fra eksempel med grønne sertifikater.

p	x	z	y	$\Pi(z)$	$\Pi(y)$	K.O.	P.O.	SØO	Dødvektstap	α
41,2	58,8	25	33,8	626,5	572	1730,2	1198,5	2928,7	51,5	0,4265

For å oppnå en grønn produksjon lik 25 blir man nødt til å sette alfa lik 0,4255. Dette vil gi en høyere markedspris og lavere omsatt kvantum enn det vi ser i utgangseksempelet. Andelskravet fører til en økt markedspris gjennom økt pris på sertifikatene fordi etterspørselen etter disse øker. Produsentene av grønn kraft vil i utgangseksempelet motta markedsprisen for produksjonen av kraft. Innføringen av andelskravet vil føre til at prisen som produsentene av svart energi mottar faller og man ser dermed en reduksjon i deres lønnsomhet og produksjon. Den økte prisen på sertifikatene gjør det mer lønnsomt for produsentene av grønn kraft å produsere.

Avgift på de svarte produsentene t=27:

Tabell 5.4.7 Sammenfatting av resultater fra eksempelet med avgift.

p	x	z	y	$\Pi(z)$	$\Pi(y)$	K.O.	P.O.	SØO	Dødvektstap	α
51	49	25	24	1273	288	1200,5	1561	2761,5	218,7	0,51

For å oppnå målet om z=25 må man innføre en høy avgift. Denne høye avgiften blir delvis overveltet på konsumentene. Avgiften vil således gi seg utslag i svært høy markedspris og påfølgende lavt kvantum omsatt. Den høye markedsprisen stimulerer på den andre siden til økt produksjon fra produsenten av fornybar kraft ved at marginalinntekten øker. Produsentene av svart kraft vil se at deres marginale inntekt vil bli redusert. Dette vil medføre reduksjon i produksjonen av svart kraft. Profitten til produsentene av konvensjonell kraft blir også kraftig redusert. Vi kan se at avgiften er mer effektiv når det gjelder reduksjon av produksjonen av svart kraft enn ved å stimulere til økt produksjon av grønn kraft.

Subsidie av den grønne produsenten $u=13,5$:

Tabell 5.4.8 Sammenfatting av resultater fra eksempelet med subsidie.

p	x	z	y	$\Pi(z)$	$\Pi(y)$	K.O.	P.O.	SØO	Dødvektstap	α
37,5	62,5	25	37,5	625	365	1953,1	990,6	2943,8	36,4	0,4

Vi ser at man ved å subsidiere produsenten av grønn kraft oppnår en produksjon på 25. Som i tilfellet der man ønsker å stimulere til at grønn produksjon skal utgjøre en viss prosentandel av den totale produksjonen vil man her se at subsidien vil redusere kostnaden ved produksjon av grønn kraft. Denne vil dermed øke. Markedsprisen vil falle med redusert produksjon fra produsenten av svart kraft som resultat. Markedsprisen faller fordi tilbuds- og etterspørselastisitetene er av en slik art at subsidien også kommer konsumentene til gode. Prisen er her lav og dette fører til at konsumentoverskuddet er høyt.

Kombinasjon $u=9,85$ og $t=7,3$:

Tabell 5.4.9 Sammenfatting av resultater fra eksempelet med bruk av både avgift og subsidie.

p	x	z	y	$\Pi(z)$	$\Pi(y)$	K.O.	P.O.	SØO	Dødvektstap	α
41,15	58,85	25	33,9	625	572,9	1731,7	1197,9	2929,6	50,6	0,42

Man kombinerer her de fordelaktige egenskapene ved både avgiften og subsidien og oppnår en løsning hvor man har et forholdsvis lavt dødvektstap. Subsidien reduserer kostnadene produsenten av grønn kraft har ved produksjon, og dette drar i retning av økt produksjon av grønn kraft. På den andre siden ser vi at avgiften øker kostnaden ved produksjon av svart kraft, og dette fører til redusert produksjon av konvensjonell kraft.

Kommentar:

Fra et samfunnsøkonomisk ståsted ser vi at løsningen med subsidien er den mest fordelaktige. Det er dette virkemiddelet som forårsaker det laveste dødvektstapet blant alle eksemplene. Subsidien er det mest kostnadseffektive virkemiddelet for å oppnå målsetningen om å øke den absolutte produksjonen av grønn kraft til 25. Kombinasjonsløsningen og ordningen med grønne sertifikater er så godt som ekvivalente i et samfunnsøkonomisk perspektiv. Avgiftsordningene er den minst fordelaktige løsningen. Dette instrumentet er mer kraftfullt

når det gjelder å redusere produksjon av svart kraft enn det er til å øke produksjonen av grønn kraft. Myndighetene vil dermed innføre en svært høy avgift på produksjonen av svart kraft. Denne avgiften vil drive en skattekle inn mellom produsentpris og konsumentpris med et stort samfunnsøkonomisk tap som resultat.

5.5 Konklusjon

Som vi har sett vil kombinasjonsløsningen være det mest fordelaktige når det gjelder å realisere en løsning hvor 40% av energien kommer fra fornybar energi. For å sørge for en produksjon av grønn kraft på 25 er subsidien den beste løsningen. Vi har sett at subsidien trekker hovedsakelig i retning av høyere produksjon av grønn kraft, og avgiften fører til lavere produksjon av svart kraft. Men man har også sett at begge virkemidlene også har en sekundær virkning ved at de endrer markedsprisene.

Virkemidlene vil isolert sett påvirke tilpasningen gjennom å endre marginalkostnadene i de ulike eksemplene, men utformingen av overførselen av skatteprovenyet, og utgiften til subsidien, vil også ha effekter som påvirker produksjonen fra de ulike teknologiene.

Et tema som ikke er inkludert i eksempelet over, men som er relevant er kostnadene til administrering av de ulike systemene. Grønne sertifikater kan være forbundet med betydelige kostnader til kontroll og administrasjon av ordningen, og skatter og subsidier forutsetter at man kjenner kostnadsstrukturen til produsentene godt. Dette vil forutsette en virksom administrativ struktur som vil være forbundet med kostnader å drive. Dersom noen av virkemidlene er dyre å administrere så vil det kunne endre resultatene fra analysen over.

I dette kapitlet har vi sett at de ulike virkemidlene innehar ulike egenskaper og det vil være viktig å velge virkemiddel etter hvilke målsetninger samfunnet ønsker å oppnå.

6 Oppsummering og avslutning

Som vi har pekt på i innledningen øker etterspørselen etter kraft i Norge. Tilveksten i produksjonskapasiteten har vært avtagende fordi vannkraftressursen er begrenset, og den politiske viljen til å ytterligere bygge ut nye vannkraftprosjekter er dalende. Som følge av dette melder statistisk sentralbyrå i sine prognoser at elektrisitetsprisene vil ha en stigende tendens.

I kapittel 2 så vi på ulike muligheter for å produsere mer fornybar elektrisk energi. Dersom man godtar at det er et behov for mer elektrisk energi og leter etter alternativer blant de fornybare alternativene vil vindkraft i et praktisk-økonomisk perspektiv fremstå som spesielt interessant. På den ene siden kan det se ut til at vindkraftteknologien er i ferd med å bli moden, og på den andre siden vil man i Norge ha god tilgang på egnede lokaliteter. Videre vil de eksterne kostnadene ved vindkraft være moderate. I kapittel 3 har vi knyttet nyttekostnadsanalysen opp til samfunnsøkonomisk effektivitet. Vi så videre på en del metodiske problemer, og hvordan denne analyseformen blir brukt i praksis. I den praktiske nyttekostnadsdelen blir vindkraft vurdert opp mot gasskraft som er det ikke-fornybare alternativet man har i Norge i dag. I analysen er det også inkludert en kvalitativ del. Vi har sett at det ikke finnes et entydig svar på om gasskraft eller vindkraft er å foretrekke fra en samfunnsøkonomisk synsvinkel. Vindkraft vil være et godt alternativ dersom man legger høye miljøkostnader for gasskrafteksempelet til grunn. Vindkraft er også å foretrekke ved en sammenligning med gasskraftverk med CO₂-rensing. Et annet interessant aspekt er at dersom man legger en del forutsetninger til grunn, så vil vindkrafteksempelet bli lønnsomt dersom man utsetter igangsettingstidspunktet. Vi har også sett at en reduksjon i diskonteringsraten kan endre rangeringen av prosjektene

Første delkonklusjon:

Man kan vanskelig trekke en entydig konklusjon om hvorvidt vindkraft er den beste løsningen på bakgrunn av nytte- kostnadsanalysen. Konklusjonen vil være følsom ovenfor en rekke økonomiske parametre. Vindkraft fremstår likevel som forholdsvis robust i analysen.

På grunn av den sentrale rollen energiforsyningen har i samfunnet er denne næringen strengt regulert. Den er også tungt skattlagt delvis fordi man ønsker å redusere konsumet, og delvis

av fiskale hensyn. Men kan således påpeke at det ikke er grunn til å tro at markedet fungerer perfekt. Som vi har sett av resultatene fra nytte- kostnadsanalysen vil man i noen av eksemplene se at man ikke oppnår samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Men man kan likevel benytte resultatene som en rangering av prosjektene.

Vi har likevel grunn til å holde fast på hypotesen om at vindkraft kan være et godt alternativ til gasskraft. Kapittel 4 omhandler virkemidler. Her har vi tatt som utgangspunkt at til tross for de fallende kostnadene, så er ikke vindkraft konkurransedyktig med konvensjonell teknologi i fremstillingen av elektrisk kraft. Myndighetene må innføre virkemidler for å støtte den fornybare energiproduksjonen. Vi har sett at det er viktig at virkemidlene er kostnadseffektive og målrettede. Det er også en fordel at et virkemiddel er fleksibelt. I kapittel 5 blir så to mål satt opp. Det ene er at den fornybare energien skal utgjøre en andel av den totale elektrisitetsproduksjonen, og det andre er at produksjonen av grønn kraft skal økes til et gitt nivå. Det blir så satt opp en modell, og innført noen enkle funksjonsformer som antas å beskrive kostnadene ved de to produksjonsformene. Ved hjelp av et regneeksempel blir så de ulike virkemidlene vurdert i forhold til de kriteriene som ble skissert i kapittel 4. Vi ser at de ulike virkemidlene innehar ulike egenskaper i forhold til hvordan de påvirker modellen. En kombinasjon av avgift og subsidie er den beste løsningen når det gjelder å realisere en bestemt andel grønn produksjon. Subsidie er det mest effektive virkemiddelet for å øke produksjonen av fornybar energi til et gitt nivå.

Andre delkonklusjon på bakgrunn av modellen som analysen av virkemidlene bygger på kan formuleres slik:

Virkemidlene innehar ulike egenskaper når det gjelder å påvirke markedet i ønsket retning. En subsidie er et godt virkemiddel for å stimulere til økt produksjon av grønn kraft, mens en avgift reduserer effektivt produksjonen av svart kraft. En ordning med grønne sertifikater og en kombinasjon av subsidie og avgift vil være å foretrekke når det gjelder å øke andelen av fornybar energi av den totale produksjonen. Vi har derfor sett at det er viktig at man har klart definerte mål for hva en ønsker å oppnå, og benytter tilpassede virkemidler for å oppnå disse.

Som vi har sett er kostnaden for vindkraft fallende, og det virker innenfor rekkevidde at vindkraft snart blir bedriftsøkonomisk lønnsomt, og man kan stille spørsmålsteget ved om man behøver støtteordninger. Det er derfor viktig at ordningene er fleksible da næringen er i

endring. Denne fleksibiliteten er det i utgangspunktet de markedsbaserte ordningene som innehar, men siden denne næringen er nøye regulert og er dominert av statlige og kommunale selskaper er det grunn til å tro at man ved bruk av avgifter og subsidie også vil kunne oppnå et godt resultat. De markedsbaserte løsningene har sin styrke der det er kostbart for myndighetene å være informert om næringen. Energiproduksjonen er av så stor betydning for samfunnet at myndighetene allerede har etablert institusjoner som fører tilsyn med denne næringen.

Det er grunn til å tro at man i fremtidens elektrisitetssystem vil se en rekke ulike produksjonsmetoder for å frembringe mer energi. Man vil kunne se en løsning der man ser produksjon av elektrisitet ved bruk av naturgass, og ved hjelp av vindturbiner. Andre fornybare produksjonsteknologier kan også etablere seg, og til sammen vil disse kunne utgjøre en betydelig produksjonskapasitet. Likevel kan vindkraft være et verdifullt bidrag til å innfri forpliktelsene Norge har gjennom Kyoto-protokollen.

Litteratur:

Ackermann, T., Söder, L.,(2002). An overview of wind energy-status 2002. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 6 , 67-128.

AKF (1996). Social Assessment of windpower. (<http://www.akf.dk/eng/wind00.htm>)

Amundsen, E. S., [Nese](#), G. (2002). Provision of Renewable Energy using Green Certificates: Market Power and Limit Pricing. Working paper 18/02, SNF.

Amundsen, E. S., Mortensen, J. B.(2001). The Danish Green Certificate System: Some simple analytical results. *Energy Economics*, 23, 489-509.

Andersen, A. M., (1998). Vurdering av mulighetene for anvendelse av vindkraft i Norge: Case: Møre og Romsdal. Hovedoppgave i geografi - Universitetet i Oslo.

Angelsen, A. (1991). Cost-benefit analysis, discounting, and the environmental critique: overloading of the discount rate? Report / Chr. Michelsen Institute, R 1991:5.

Aune, F. R., Johnsen T. A., Sagen E. L., (2001). Regional og nasjonal utvikling i elektrisitetsforbruket til 2010. Rapporter 2001/31, Statistisk sentralbyrå.

Bellona (2002) Kommentar til arbeidet med pliktige grønne energi sertifikat i Norge. Høringsuttalelse, http://www.bellona.no/data/b/0/23/59/3_1409_0.pdf.

Bye T., Olsen, O.J., Skytte, K., (2002). Grønne sertifikater - design og funksjon. Rapporter 2002/11, Statistisk sentralbyrå.

Bye, T., Greaker, M., Rosendahl, K. E., (2002). Grønne sertifikater og læring. Rapporter 2002/27, Statistisk sentralbyrå.

dn.no: <http://www.dn.no/forsiden/borsMarked/article46757.ece>

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

Enzensberger, N., Wietschel, M. and Rentz, O., (2002). Policy instruments fostering wind energy projects—a multi-perspective evaluation approach. *Energy Policy*, 30, 793-801.

European Commission, Directorate-General for Energy, (1997). *Wind Energy- The Facts*”, Vol.4.”The Environment”. http://www.agores.org/Publications/Wind_Energy.htm.

Grønn, Erik.(1988). *Nytte- kostnadsanalyse*. Bedriftsøkonomens Forlag as., Oslo.

Halvorsen, B.(2002), *Philosophical Issues Concerning Applied Cost-Benefit Analysis*. Document 2002/10, Statistisk sentralbyrå.

Hanley N and Nevin C (1999) "Appraising renewable energy developments in remote communities: the case of the North Assynt Estate, Scotland." *Energy Policy*, 27, 527-547.

Hanley,N., Shogren J.F.,White B. (1997). Environmental economics in theory and practice. Macmillan Press Ltd., London.

Hanley,N., Shogren J.F.,White B. (2001). Introduction to environmental economics. Oxford University Press, Oxford.

Hanley,N., Spash C.L. (1993). Cost-benefit analysis and the environment. Edward Elgar Publishing Limited, Cheltenham.

Johnsen T. A., Aune F. R., Vik, A.(2000). The Norwegian Electricity Market. Is There Enough Generation Capacity Today and Will There Be Sufficient Capacity in Coming Years? Rapport 2002/27, Statistisk sentralbyrå.

Naturkraft. <http://www.naturkraft.no/>

Nese, G., (2003). Green Certificates in an International Market. Arbeidsnotat A75/2002, SNF, Bergen.

Nordahl, E.(2000). Miljøkostnader av vindkraftutbygging på Smøla , Hovedoppgave i Økonomi og ressursforvaltning – NLH.

NOU 1997: 27. Nytte-kostnadsanalyser. Prinsipper for lønnsomhetsvurderinger i offentlig sektor. Statens forvaltningstjeneste, Oslo.

NOU 1998: 11. Energi- og kraftbalansen mot 2020. Statens forvaltningstjeneste, Oslo.

NOU 1998: 16. Nytte-kostnadsanalyser. Veiledning i bruk av lønnsomhetsvurderinger i offentlig sektor. Statens forvaltningstjeneste, Oslo.

NVE (2001). Nye fornybare energikilder. NVE, Oslo.

Nyborg, K., (2002). Miljø og nytte- kostnadsanalyse. Noen prinsipielle vurderinger. Rapport 5/2002, Stiftelsen Frischsenteret for samfunnsøkonomisk forskning, Oslo.

Olje- og energidepartementet (2001). Energi- og vassdragsvirksomheten i Norge 2001. Olje- og energidepartementet, Oslo.

Olje- og energidepartementet (2002). Energi- og vassdragsvirksomheten i Norge 2002. Olje- og energidepartementet, Oslo.

Quirk, J. P., (1987). Intermediate microeconomics. Science Research Associates, Inc., Chicago.

SOU1999: 75. Rätt plats för vindkraften. Miljödepartementet, Stockholm.

Storebø, I. Ø., (2000). Ein analyse av den grønne sertifikatmarknaden. Hovedoppgave i samfunnsøkonomi - Universitetet i Bergen.

Thorsen, K.,(2003) Gasskraftverk med CO2-håndtering, hvordan? Foredrag på seminaret Gasskraft-nå og i fremtiden. <http://www.nve.no/FileArchive/192/Kjell%20Thorsen.pdf>.

Varian, H., (1996). Intermediate Microeconomics. W. W. Norton & company, Inc., New York