

concept

Kåre P. Hagen

Markedsorienterte styringsmetoder i miljøpolitikken

Concept rapport Nr 24

 **NTNU**
Det skapende universitet



© Concept-programmet 2010

Concept rapport nr. 24

Markedsorienterte styringsmetoder i miljøpolitikken

Kåre P. Hagen

ISSN: 0803-9763 (papirversjon)

ISSN: 0804-5585 (nettversjon)

ISBN: 978-82-92506-85-1 (papirversjon)

ISBN: 978-82-92506-86-8 (nettversjon)

Sammendrag: I denne rapporten drøftes mulighetene for og hensiktsmessigheten av markedsbaserte styringsmetoder i miljøpolitikken. Drøftingen er konsentrert om en komparativ analyse av utslippsavgifter og omsettelige utslippskvoter og under hvilke omstendigheter den ene typen virkemiddel er å foretrekke fremfor det andre og om de eventuelt kan kombineres. Fremstillingen knyttes i hovedsak til utslipp av klimagasser og drivhuseffekter som globalt miljøproblem.

Dato: 1.9.2010

*Utgiver: Concept-programmet
Institutt for bygg, anlegg og transport
Norges teknisk- naturvitenskapelige universitet
Høgskoleringen 7A
7491 NTNU – Trondheim*

Tel. 73594640

Fax. 73597021

<http://www.concept.ntnu.no>

Ansvaret for informasjonen i rapportene som produseres på oppdrag fra Concept-programmet ligger hos oppdragstaker. Synspunkter og konklusjoner står for forfatterens regning og er ikke nødvendigvis sammenfallende med Concept-programmets syn.

Concept rapport nr. 24

Forord

Samfunnsøkonomisk lønnsomhet av prosjekter uttrykkes ved de verdier som prosjektet skaper, fratrukket de ressurser det legger beslag på. Mange prosjekter legger imidlertid beslag på eller forringer kvaliteten av ressurser som ikke kan omsettes gjennom markeder, for eksempel store prosjekter som kan ha miljøvirkninger både lokalt og globalt. Samferdselsprosjekter kan for eksempel medføre støy og irreversible inngrep i det lokale naturmiljø. Store gasskraftverk har CO₂-utslipp som i økende grad gir negative virkninger for det globale klima. Slike eksterne samfunnmessige kostnader kommer ikke i utgangspunktet til syne i prosjektets betalbare kostnader. Omvendt: prosjekter med positive miljøeffekter medfører samfunnmessige gevinster som kanskje heller ikke kommer til syne på inntektssiden. Virkningen av slike kostnader og inntekter må anslås særskilt i den samfunnmessige lønnsomhetsanalysen.

Den foreliggende studien ble gjennomført for å vurdere mulige markedsbaserte styringsmetoder i miljøpolitikken. Drøftingen er konsentrert om en komparativ analyse av utslippsavgifter og omsettelige utslippskvoter og under hvilke omstendigheter den ene typen virkemiddel er å foretrekke fremfor det andre, og om de eventuelt kan kombineres. Fremstillingen er illustrert med eksempler. Dette er andre del av et større prosjekt som også skal gi en innføring i ulike utvalgte regimer for håndtering av miljøproblematikk, eks. CO₂-kvoter, prinsippene bak disse, og hvordan erfaringer og data fra aktuelle regimer kan brukes til samfunnsøkonomiske analyser av norske prosjekter. Tanken er at dette kan være av nytte i forbindelse med konseptvalg vurdering og kvalitetssikring av store offentlige investeringsprosjekter som faller inn under Finansdepartementets kvalitetssikringsordning.

Prosjektet gjennomføres av Kåre P. Hagen, professor i samfunnsøkonomi ved Norges Handelshøyskole, som også har skrevet rapporten.

Trondheim, november 2009

Knut Samset,

Programansvarlig, Concept-programmet, NTNU

Innhold

Forord	1
Innhold.....	3
Sammendrag.....	5
English summary	6
1. Innledning.....	7
2. Markedsbaserte styringsmekanismer versus offentlig regulering.....	11
3. Kontroll med miljøskadelig virksomhet	15
4. Utslippsavgifter.....	19
5. Utslippskvoter.....	25
6. Valg mellom avgiftsløsninger eller omsettelige kvoter.....	39
7. Noen kompliserende momenter ved utslippsregulering.....	47
8. Den initiale tildeling av utslippsretter.	51
9. Utforming av markeder for utslippsretter: implementerings- og transaksjonskostnader.....	57
Appendiks.....	59

Sammendrag

I denne rapporten drøftes mulighetene for og hensiktsmessigheten av markedsbaserte styringsmetoder i miljøpolitikken. Drøftingen er konsentrert om en komparativ analyse av utslippsavgifter og omsettelige utslippskvoter og under hvilke omstendigheter den ene typen virkemiddel er å foretrekke fremfor det andre og om de eventuelt kan kombineres. Fremstillingen knyttes i hovedsak til utslipp av klimagasser og drivhuseffekter som globalt miljøproblem.

Det drøftes forholdsvis inngående hvordan et marked for utslippskvoter vil kunne fungere, og hvilken betydning markedsrett i kvotemarkedet kan ha for en effektiv allokering av kvoter og innsats for utslippsbegrensning. Videre drøftes valget mellom avgiftsløsninger og omsettelige kvoter under usikkerhet med hensyn til kontrollregimets nytte- og kostnadseffekter, usikkerhet med hensyn til fremtidig verdsetting av miljøfaktorer samt usikkerhet med hensyn til fremtidig reguleringsregime. Dernest drøftes noen kompliserende momenter ved utslippsregulering knyttet til om forurensende utslipp blandes uniformt eller ikke og i hvilken utstrekning utslippene har kumulative effekter på grunn av gradvis assimilasjon. Langtidsvirkninger vil kreve fleksibilitet over tid på virkemiddelsiden. Notatet tar også opp internasjonale aspekter ved kvotetildeling og kvotesalg. Det pekes på at dersom ikke alle aktuelle land forplikter seg til å bidra til å redusere et globalt miljøproblem, oppstår det et insentivproblem av samme typen som gratispassasjerproblemet i en situasjon med privat produksjon av fellesgoder. Dersom gratispassasjerene blir for mange, drepes det nasjonale insentivet til forurensningskontroll. Hvis et internasjonalt kvotemarked skal være levedyktig oppstår det med dette et kritisk masse problem ved at det kreves at et minimum av land er med for å holde antallet gratispassasjerer på et akseptabelt nivå.

Til sist drøftes kriterier for den initiale tildeling av utslippsretter i et kvotemarked. Det pekes på at selv om den initiale tildelingen i teorien ikke vil ha effektivitetsvirkninger under frikonkurranse i kvotemarkedet, vil det likevel kunne ha effektivitetsvirkninger i praksis. Uansett vil måten utslippskvotene initialt tildeles på kunne ha betydning for den politiske gjennomførbarheten av systemet.

English summary

This paper deals with the possibilities and overall efficiency of market based methods in environmental policy. The discussion is mainly based on a comparative analysis of emission taxes and tradable emission quotas and under what circumstances one type of instrument is preferable to the other and whether they possibly can be combined. The discussion is mainly focusing on emission of greenhouse gases and greenhouse effects as a global environmental problem.

The functioning of markets for emission quotas is discussed relatively thoroughly, including the importance of market power in the quota market for the efficiency of the market allocation and the market driven effort on reducing emissions. Moreover the paper discusses the choice between tax remedies and tradable quotas under uncertainty with respect to benefit and cost effects on the policy regime, uncertainty as to the future value of environmental goods, and regulatory risk. Furthermore, some complicating factors with respect to emission reduction policy are discussed including non-uniformly mixed assimilative pollutants, and uniformly mixed cumulative pollutants. Long run effects require temporal flexibility as to policy instruments.

The paper also discusses international aspects of quota allocations and market transactions. It is pointed out that if only a sub-group of countries are committed to contributing to alleviating global environmental problems by national means, this will create an incentive problem because of free-riding which is similar the incentive problem privately financed supply of public goods.

Finally, criteria for the initial allocation of tradable emission rights are discussed. Even if the initial allocation in theory does not have efficiency effects in a perfectly competitive quota market, the initial distribution of quotas is likely to be important for system's political feasibility in practice.

1. Innledning¹.

En grunnleggende årsak til markedssvikt og feil ressursbruk i en markedsøkonomi er eksistensen av goder og ressurser som det ikke er mulig å håndheve eksklusiv eiendomsrett til - det være seg i privat så vel som i offentlig regi. Dette innebærer at det i utgangspunktet vil være umulig eller uforholdsmessig kostbart å hindre gratis bruk av slike fellesgoder eller begrense gratis tilgang til slike fellesressurser. Fri tilgang til knappe fellesressurser representerer varianter av det såkalte allmeningsproblemet som går under betegnelsen ”allmenningens tragedie”². Siden tilgang og bruk ikke kan forhindres, vil det i de fleste tilfelle være umulig å kreve inn en pris fra brukerne som dekker de kostnadene bruken påfører andre potensielle brukere. Fri tilgang fører dermed til overforbruk som leder til tap for alle som er avhengig av ressursen. Når slike kostnader ikke blir tatt hensyn til av dem som forårsaker dem, fører dette til samfunnsøkonomisk feil bruk av knappe ressurser. Det gjelder innenfor et enkelt land når det gjelder nasjonale fellesgoder, og globalt for internasjonale fellesressurser som faller utenfor nasjonal råderett.

Eksemplene på slike ressurser er mange og allmeningsproblemet blir mer og mer synlig etter hvert som presset på slike ressurser vokser både som følge av den industrielle utvikling i verden totalt sett, og av den globale befolkningsveksten. Ren luft og rent vann er fellesressurser som har både en lokal og global dimensjon. Forurensende utslipp til luft fører til forringelse av fellesgodet luftkvalitet, og tilsvarende gjelder for vannkvalitet når det gjelder utslipp til vann. Det gjelder både lokalt, nasjonalt og transnasjonalt da luftbårne forurensninger spres med luftstrømmer og vannbårne forurensninger spres med havstrømmer. Andre eksempler er fiskeressurser i internasjonale farvann, der fritt fiske har ført til overfiske slik at bestander er blitt desimert i den grad at de har

¹ Forfatteren vil takke O.J. Klakegg, K. Samset og G. Åvitsland for nyttige kommentarer til et tidligere utkast

² Uttrykket stammer fra en artikkel av Garret Hardin publisert i *Science* i 1968. Den beskriver hvordan brukere som opptre uavhengig av hverandre i egen vinnings hensikt kan utarme en knapp fellesressurs og slik lede til et resultat som fører til et tap for alle.

kommet under kritisk masse for regenerering³. Et ytterligere eksempel er uberørt natur der fri tilgang i kraft av allemannsretten kan føre til slitasje og forsøpling. Det mest aktuelle internasjonale allmenningsproblemet i dagens økonomisk/politiske debatt er jordas atmosfære som over lang tid er blitt benyttet som gratis dumpeplass for utslipp av drivhusgasser som skyldes energiforbruk basert på fossilt brensel. Et annet aktuelt eksempel på en global allmenning er ozonlaget som beskytter mot skadelig ultrafiolett stråling og som brytes ned av blant annet KFK-gass som fins i spraybokser, halon og lystgass⁴. I dette notatet skal vi for det meste fokusere på de miljøproblemer som forårsakes av atmosfærisk CO₂.

Atmosfæren er en global fellesressurs som har stor betydning for det globale klimaet. Atmosfærisk CO₂ konsentrasjon utover et visst nivå representerer en kvalitativ degradering av denne ressursen. På grunn av at alle land kan bli negativt berørt av konsentrasjonen av klimagasser i atmosfæren, kan dette betraktes som et globalt fellesonde (dvs det motsatte av et fellesgode). Dette fellesondet oppstår bl.a. ved bedriftene og konsumentene sine ukoordinerte valg av energikilder og energiforbruk. Selv om alle land utsettes for den samme atmosfæriske konsentrasjonen av CO₂, så vil konsekvensene av denne konsentrasjonen variere fra land til land avhengig av hvor eksponerte de er overfor de skadelige virkningene fra klimaendringer som antas å ha sammenheng med konsentrasjonen av atmosfærisk CO₂. Det at de blir ulikt berørt, rokker ikke ved at CO₂-konsentrasjonen utover et visst nivå er å betrakte som et fellesonde. Det er snarere slik at ulike lands tap som følge av dette fellesondet er forskjellig⁵. Det globale tapet blir summen av kostnadene som alle berørte land påføres som følge av dette fellesondet.

I markedslikevekt i en økonomi med bare private goder vil det typisk være slik at ulike aktører ender opp med ulike kvanta av de forskjellige godene som følge av ulike preferanser, inntekt og formue. Men ved fellesgoder blir markedsallokeringen underlagt en fysisk begrensning ved at alle aktører

³ Et eksempel på dette er de rike torskestammene av atlantisk torsk utenfor kysten av New Foundland og Labrador som ble omtrent utslettet på grunn av eksessivt overfiske over en lang periode

⁴ Andre gasser som bryter ned ozonlaget finnes blant annet i løsemidler, mens noen dannes under produksjon og ned- bryting av plast og papirprodukter.

⁵ Dette er helt analogt med et rent fellesgode. Det konsumeres likt av alle, men de enkelte konsumenter verdsetter dette konsumet ulikt.

uansett hvor forskjellige de er, må konsumere samme kvantum; ikke som følge av eget valg, men som følge av en fysisk lov. Dette gjelder også for drivhusgasser. Atmosfærens kvalitet er den samme for alle.

Et gjennomgående trekk ved mange miljøproblemer er at det er lite overlapp mellom dem som forårsaker miljøforringelser og dem som bærer ulempene og kostnadene. Det gjelder både innenfor nasjonalstaten og mellom land. Når tilgang til, og forbruk av, knappe fellesressurser ikke kan gjøres til gjenstand for kjøp og salg, fins det i utgangspunktet ikke priser som en kan støtte seg til når det gjelder anslag for de samfunnsøkonomiske kostnadene ved degradering av miljøkvalitet. Profittmotiverte markedsaktører vil heller ikke av egeninteresse investere i å holde miljøkvaliteten oppe.

Når det gjelder bidrag til fellesondet økt CO₂ i atmosfæren som følge av utslipp, bæres skadekostnadene av alle, om enn i ulik grad, uavhengig av hvem som står for utslippene. Det forhold at alle blir berørt, kan imidlertid gjøre det enklere å komme til enighet om fellestiltak rettet mot reduksjon av CO₂ utslipp siden alle er ”i samme båt”, eller kanskje rettere sagt at alle er passasjerer i *Spaceship Earth*⁶.

⁶ Jf skriftene til Barbara Ward, *Spaceship Earth*, 1966, og Kenneth Boulding, *The Economics of the Coming Spaceship Earth*, 1966.

2. Markedsbaserte styringsmekanismer versus offentlig regulering.

Om vi tar utgangspunkt i det globale klimaproblemet som eksempel på et miljøproblem, er det slik at CO₂-utslipp i ett land øker risikoen for klimarelaterte miljøproblemer i alle land inklusive det landet som står for utslippene. Dette er et klassisk eksempel på negative eksterne virkninger som ikke uten videre blir ivaretatt av markedsmekanismen i den forstand at de som forårsaker problemene, blir konfrontert med de kostnadene som andre blir påført. Historisk sett har det vært to innfallsvinkler til å korrigere for slike eksterne virkninger. Den ene, som kan tilskrives den kjente engelske økonomen Pigou⁷, går ut på å legge en skatt på aktiviteter som forårsaker negative eksterne virkninger (eller en subsidie på aktiviteter med positive eksterne virkninger) slik at de eksterne kostnadene (gevinstene) internaliseres i det økonomiske regnskapet hos den eller de som forårsaker dem. I dette tilfellet benytter myndighetene seg av sin beskatningsrett til å korrigere denne markedssvikten. Grunnideen er for så vidt enkel. I forhold til den uregulerte markedsmekanismen er problemet at de private eller bedriftsøkonomiske kostnadene ikke fullt ut samsvarer med de samfunnsøkonomiske kostnadene. Dette kan korrigeres ved å legge en skatt på den private aktiviteten slik at det blir samsvar mellom privatøkonomiske og samfunnsmessige kostnader, dvs slik at privat kostnad + skatt = samfunnsøkonomisk kostnad. Når det gjelder spesielt CO₂-utslipp, kan på denne måten bruk av fossilt brensel, eller mer målrettet selve CO₂-utslippene i den utstrekning de kan måles, pålegges en skatt slik at samlet kostnad inkluderer den eksterne miljøkostnaden.

Den andre innfallsvinkelen ble foreslått ca 30 år senere av en annen kjent engelsk økonom, Coase⁸, som tok utgangspunkt i det faktum at varer og tjenester bare kan gjøres til gjenstand for kjøp og salg i markeder dersom de blir eiet av noen. Eksklusive og lovbeskyttede eierrettigheter er dermed avgjørende for at markedsmekanismen skal kunne fungere effektivt. Med et slikt utgangspunkt synes det å være en nærliggende løsning å etablere

⁷ Pigou, A.C., *The Economics of Welfare*, Macmillan and Co, London, 1932

⁸ Coase, R.H., "The problem of social costs", *Journal of Law and Economics*, 1960,3, 1-44.

eierrettigheter – hvis mulig - til goder der slike tidligere har vært fraværende. Det forutsetter imidlertid at slike rettigheter kan håndheves og rettsbeskyttes. Dersom dette synspunktet anvendes på klimaproblemene forårsaket ved CO₂-utslipp, innebærer det at de negative eksterne virkningene skyldes at atmosfærens verdi som global fellesressurs er blitt forringet ved at den blir brukt som gratis avfallsplass for CO₂- utslipp. I tråd med ovenstående er den grunnleggende årsaken til dette at ingen har eksklusiv eierrettighet til atmosfæren. Verdensbefolkningens etterspørsel etter, eller betalingsvillighet for, ren atmosfære kan derfor ikke komme eksplisitt til uttrykk i noe eksisterende jordisk marked. Som en kontrast til dette kan det pekes på at privat tomteland ikke benyttes som avfallsplass uten eierens samtykke og da vanligvis mot en økonomisk kompensasjon. Coase's forslag til løsning var at en så langt som mulig burde introdusere markedslignende mekanismer også når det gjelder tilgang til, eller forbruk av fellesgoder. Dette kunne gjøres ved å instituere eierrettigheter til slike goder i de tilfelle dette er praktisk mulig. Tilgangen til nasjonale allmenninger ville ved dette blir privatisert og tilsvarende nasjonalisert for globale allmenninger. Anvendt på atmosfæren ville den få samme status som kvotebelagte internasjonale fiskeressurser.

Pigou's innsikt har gitt opphav til den vanligste europeiske tilnærmingen til forurensningskontroll som har bestått i korrigerende skatter på utslipp og forurensende aktiviteter. Coase's innsikt har inspirert den amerikanske tenkningen om disse problemene som har gått i retning av å bruke markeder ved utstedelse av omsettelige utslippsretter og kvoter⁹ for forurensende utslipp. Det sentrale poenget ved denne tilnærmingen er at før en kan slippe ut et forurensende stoff, for eksempel i atmosfæren, må en kjøpe en rett til å foreta et slikt utslipp og denne retten blir overført til forurenseren ved kjøp av en utslippskvote. Dette betyr at den bedriftsøkonomiske kostnaden ved å produsere varer som forårsaker forurensende utslipp øker. Størrelsen på denne kostnadsøkningen blir imidlertid et resultat av tilbud og etterspørsel i markedet for utslippsretter og dermed bare indirekte bestemt av myndighetene ved kvantumet på de kvotebelagte utslippene.

Det er naturlig å la Staten tre inn på fellesskapets vegne som eier av nasjonale fellesressurser på områder hvor slikt eierskap kan håndheves, og så selge bruks- eller tilgangsretter til dem som har behov for det. For globale fellesressurser må det tilsvarende være en overnasjonal myndighet

⁹ For en instruktiv diskusjon av dette se Chichilniski, G. og G. Heal, "Markets with tradable CO₂ emission quotas: principles and practice", OECD/GD (95) 9.

som tiltar seg eierrettigheten til globale fellesressurser og begrenser tilgangen gjennom et internasjonalt marked for tilgangsetter.

Det er en generell innsikt fra økonomisk teori, som går tilbake til Adam Smith, at forutsatt at ingen markedsaktører har markedsrett eller har eksklusiv tilgang til markedsrelevant informasjon, og at markedssystemet er komplett i den forstand at det eksisterer velfungerende markeder for alle goder (ingen rene fellesgoder), vil markedslikevekten representere en effektiv godeallokering. Det følger av dette at det ikke finnes administrative mekanismer som kan allokere knappe forbruks-goder og ressurser på en mer effektiv måte enn markedet når forutsetningene for effektiv konkurranse er oppfylt.¹⁰

Beskatningsløsninger for miljøproblemer har som påpekt, stått forholdsvis sterkt i Europa som tradisjonelt har hatt en sterkere tro på nødvendigheten av statlig regulering enn i USA der en har hatt en større tilbøyelighet til å benytte markedslignende mekanismer også for goder som ikke omsettes i markeder i tradisjonell forstand. Når det gjelder spesielt miljøproblemene, har politikere i Europa hatt tilbøyelighet til å se på markeder som en del av problemet snarere enn som en del av løsningen. I USA har en i større utstrekning vært interessert i å eksperimentere med bruk av markeder for omsettelige utslippskvoter i tråd med den rådende markedsorienterte tilnærmingen til økonomisk politikk mer generelt.

¹⁰ Med effektivitet menes her fravær av sløsing med knappe ressurser. Det forstås slik at det ikke skal være mulig å øke den økonomiske velferden for noe individ uten at noen andre får det verre. Det innebærer at det ikke skal være mulig å øke produksjonen av ett gode uten at det går på bekostning av produksjonen av andre goder, eller ikke skal være mulig å redusere innsatsen av en produksjonsfaktor uten at en må øke innsatsen av en annen gitt at produksjonen skal være uendret. En effektiv allokering av goder og innsatsfaktorer innebærer ikke at fordelingen av godene nødvendigvis blir rettferdig. Økonomisk effektivitet betyr med andre ord kun at det ikke er noe økonomisk slakk i systemet.

3. Kontroll med miljøskadelig virksomhet.

Selv om det verken er mulig eller ønskelig å begrense adgangen til fellesressurser som rent vann og ren luft og til å ferdes i utmark og vill natur, så kan adferd som skader kvaliteten på slike miljøressurser påvirkes eller kontrolleres av myndighetene. Dette fordrer at slik kvalitetsdegraderende virksomhet kan observeres og at omfanget kan verifiseres og måles. For å være konkret i den følgende diskusjonen kan vi tenke på den miljøskadelige virksomheten som forrensende utslipp til vann eller luft. I utgangspunktet er det ikke noe marked verken for rent vann eller ren luft slik at de som forurensar, ikke blir stilt overfor en pris som reflekterer den ulempe eller kostnad som andre blir påført ved den forurensende virksomheten. En måte å løse problemet på er å la Staten på vegne av fellesskapet innkassere en økonomisk kompensasjon for degradering av knappe fellesgoder. Dette er den pigouvianske løsningen. Det er dette som skjer når en avgiftsbelegger forurensende utslipp. En alternativ løsning er den coasianske som består i å allokere utslippsretter til potensielle forurenserne. Denne utslippsretten kan gis ut gratis etter en eller annen fordelingsmekanisme, eller den kan auksjoneres ut til høystbydende. Selve allokeringsmekanismen har ingen betydning for det samlede utslippet da det er gitt ved den totale mengden av utslippsretter.

Viktigere er det om utslippsrettene er omsettelige eller ikke. Dersom de er fritt omsettelige, står den enkelte eier av utslippsretter fritt om en vil velge å benytte utslippsretten selv, eller selge den til andre som er villige til å betale en høyere pris enn den nytte ihendehaveren selv har av utslippsretten. I fravær av markedsrett¹¹ i markedet for utslippsretter, vil fri omsettelighet føre til at utslippsrettene går til dem som har størst nytte av dem. Omfanget av utslippsretter kan tilpasses slik at markedsprisen samsvarer med det beløp som samfunnet på marginen må ha for å bli kompensert for ulempen eller kostnaden som forårsakes ved den siste enheten utslippsrett (for eksempel målt i tonn). Den marginale kjøperen av utslippsretter vil da bli konfrontert med den samfunnsmessige marginalkostnaden for den ekstra miljøforringelsen som dette utslippet representerer. Hvis en har mulighet til å redusere egne utslipp ved

¹¹ Markedsrett betyr her at en enkelt markedsaktør kan påvirke markedsprisen gjennom sitt eget tilbud eller etterspørsel etter utslippskvoter.

rensetiltak, vil det lønne seg å rense inntil marginal rensekostnad pr enhet utslippsreduksjon er lik kvoteprisen for den samme enheten utslipp. Slik sett kan et system med omsettelige utslippsretter både gi kontroll over samlet utslipp og en optimal fordeling av renseaktivitetene mellom forurenserne.

Tilsvarende har en at når utslippene kan observeres og måles kvantitativt, så kan en avgiftsbelegge selve utslippene. Dersom avgiftene blir satt lik den marginale samfunnsøkonomiske kostnaden ved ytterligere utslipp, vil kostnadene ved utslipp bli internalisert hos de aktørene som er ansvarlig for utslippene. Det betyr at de samfunnsmessige kostnadene ved utslipp blir inkludert i de private aktørers kostnader når det gjelder forurensende aktiviteter. Bedriftsøkonomiske og samfunnsøkonomiske kostnader vil da være sammenfallende. Profitt- eller nyttemaksimerende aktører vil **dermed** tilpasse produksjon og annen utslippsgenererende aktivitet slik at utslippsnivået svarer til det som er samfunnsøkonomisk optimalt.

På denne måten vil utslippsregulering via utslippskvoter eller ved utslippsavgifter kunne føre til samme resultat. Et system med utslippsretter ville gi full kontroll med det samlede utslippsnivået. Ved en sentralt administrert allokering av utslippsretter som alternativ til et kvotemarked ville imidlertid en kostnadseffektiv fordeling kreve at myndighetene hadde fullt kjennskap til rensmulighetene i hver enkelt bedrift. Fri omsettelighet av kvoter i et velfungerende kvotemarked ville løse dette problemet da en likevekt i kvotemarkedet ville innebære en effektiv fordeling av kvoter og følgelig også en kostnadseffektiv fordeling av renseaktiviteter. Ved regulering ved hjelp av utslippsavgifter ville imidlertid profittmaksimerende bedrifter selv bestemme utslippsnivået, slik at myndighetene ville miste kontroll med samlet utslippsmengde.

I en viss forstand kan en si at valget mellom et system med utslippsretter på den ene siden og utslippsavgifter på den andre, avhenger av hva som er viktigst av å kontrollere samlede utslipp eller å sikre en kostnadseffektiv fordeling av rensning og utslipp mellom bedrifter. Et system med omsettelige utslippskvoter vil imidlertid gi både full kontroll med utslippsmengden og gi insentiver til en kostnadseffektiv kvotefordeling mellom bedriftene. Dette er det sterkeste argumentet for at utslippskvotene bør gjøres til gjenstand for kjøp og salg i et kvotemarked. Ved kvotesystemet bestemmer myndighetene gjennom kvantumsreguleringen totalt utslippskvantum, mens markedet bestemmer likevektsprisen i kvotemarkedet og dermed også marginalkostnadene for utslipp.

En svakhet ved kvotesystemet er at likevektsprisen i kvotemarkedet ikke er kjent på forhånd, slik at utslippskostnadene for næringslivet vil være usikre. Ved avgiftssystemet er det motsatt. Myndighetene bestemmer prisen i kraft av utslippsavgiften og dermed også marginalkostnadene for utslipp, mens markedet via rensing bestemmer kvantum i form av samlet utslipp gitt denne markedsprisen. Denne dualiteten mellom pris og kvantum er fundamental i en markedsøkonomi¹². I prinsippet kan en tenke seg utslippsavgiften satt slik at de to systemene for utslippskontroll ga nøyaktig samme resultat. Disse egenskapene ved de to markedsbaserte løsningene vil bli utdypet nærmere i de etterfølgende avsnitt.

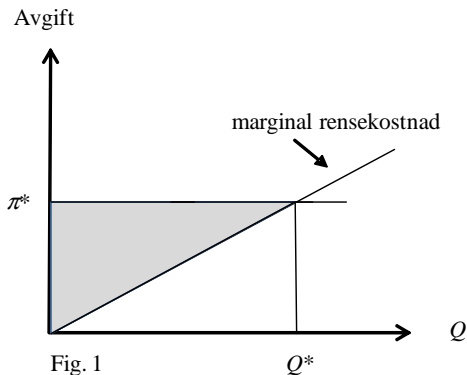
¹² Se Weitzman, M. L., "Prices vs . Quantities", *Review of Economic Studies*, 1974, 4, 477-491

4. Utslippsavgifter

Poenget med avgifter på forurensende utslipp er at de skal reflektere de kostnader, eller i penger vurderte ulemper, som den forurensende aktiviteten påfører omverdenen. Omverdenen kan her være det lokale eller nasjonale miljø, eller det globale miljø. Et eksempel på lokale "utslipp" er virksomhet som medfører støy, for eksempel støy fra jetmotorer fra en flyplass for den omliggende bebyggelse, eller svevestøv fra bruk av piggdekk i biltrafikken i byer. Eksempel på utslipp som forringer det globale miljø er CO₂, som kan føre til drivhuseffekter og uheldige klimavirkninger. Når avgiften på denne måten internaliserer de eksterne samfunnsmessige kostnadene hos den virksomheten som forårsaker utslippene, vil aktiviteten være bedriftsøkonomisk lønnsom bare hvis den også er samfunnsøkonomisk lønnsom. Det følger av at markedets verdsetting av vare- eller tjenesteproduksjonen fra aktiviteten må dekke både de interne ressurskostnadene i produksjonen og de eksterne miljøkostnadene for samfunnet for at det skal være bedriftsøkonomisk lønnsomt.

La oss som eksempel anta utslippet skyldes at bedriften benytter en forurensende energiform, for eksempel gasskraft slik at forurensningen består av CO₂-utslipp. Effektivitet i virkemiddelbruken krever at virkemidlene i størst mulig grad målrettes. I denne sammenheng betyr det at avgiften så langt som mulig legges på kilden til forurensningen, som vanligvis er selve utslippet. En kunne for eksempel tenke seg å redusere utslippet ved å legge en avgift på varer som produseres i den forurensende virksomheten. Det vil gjøre varer i denne produksjon dyrere og føre til redusert energiforbruk og følgelig også til reduserte utslipp ved etterspørselen vris over til mulige substitutter for produktet på konsumsiden. Dette vil imidlertid ikke gi bedriftene noe insentiv til å substituere gassbasert energi med andre og mindre CO₂ intensive energiformer, eller til å velge en mindre energiintensiv teknologi. Det vil åpenbart være mer effektivt å avgiftsbelegge utslippet direkte hvis det er observerbart og målbart slik at bedriften blir stilt overfor korrekte samfunnsøkonomiske kostnader både når det gjelder valg av energiform og teknologi. Tilsvarende vil en riktig satt piggdekkavgift for personbiler gi bilførere korrekte insentiver til dekkvalg. De vil da velge piggdekk og betale avgiften bare i de tilfelle den private nytteeffekten i forhold til piggfrie dekk overstiger de samfunnsmessige kostnadene som en riktig satt avgift bør reflektere. Tilsvarende vil køprising av biltrafikken stille bilførere overfor riktige samfunnsøkonomiske kostnader i valg av

transportmiddel. Bruk av egen bil fremfor offentlige kommunikasjonsmidler ville da være et privatøkonomisk rasjonelt valg bare i de tilfelle at den private nytten av å benytte egen bil i forhold til andre kollektive transportalternativer var større enn de samfunnsøkonomiske kostnadene inklusive økte kjørekostnader og tidsforbruk for andre trafikkanter om følge av bilistens bidrag til redusert fremkommelighet.



I figur 1 er π^ avgift pr enhet utslipp og den utgjør inntekt pr enhet reduserte utslipp ved rensing. Optimalt rensesvolum Q^* er bestemt ved at marginal renseskostnad blir lik utslippsavgiften π^* . Det skraverete arealet viser den bedriftsøkonomiske gevinsten ved rensing når utslippsavgiften er satt lik π^* . Dersom π^* er satt lik samfunnets marginale betalingsvillighet for reduserte utslipp og bedriftens renseskostnad er sammenfallende med den samfunnsøkonomiske renseskostnaden, vil den bedriftsøkonomiske gevinsten ved rensing være lik den samfunnsøkonomiske gevinsten. Den profittmaksimerende rensingen Q^* er da også lik det samfunnsøkonomisk optimale rensesvolumet.*

Bedrifter vil i mange tilfeller ha mulighet til å redusere sine utslipp ved rensing eller ved bruk av mindre forurensende produksjonsmåter, men da til en høyere bedriftsøkonomisk kostnad. Som et eksempel kan vi se på en bedrift med en produksjonsteknologi som medfører forurensende utslipp. Vi kan anta at forurensningen er av lokal art, for eksempel fosfatholdige utslipp til et vassdrag. Vi forutsetter at bedriften har installert rensesutstyr der den kan rens utslippet, men da til en kostnad som avhenger av rensesvolumet. La oss forutsette at både utslippene og utslippsreduksjonen kan observeres og måles kvantitativt. Virkningen av en utslippsavgift kan

da illustreres som i nedenstående figur 1. Her er π utslippsavgift pr enhet utslipp og Q utslippsreduksjon som kan oppnås ved rensing. For hver enhet reduserte utslipp ved rensing sparer bedriften utslippsavgiften π som da blir inntekten pr enhet reduserte utslipp ved rensing. Det er optimalt for bedriften å rense så lenge som de sparte utslippsavgifter er større enn renssekostnaden. Optimalt rensesvolum er Q^* og den volumavhengige renssekostnaden er gitt ved arealet under kurven for de marginale renssekostnadene fra origo til Q^* .

Den skraverte trekanten viser den bedriftsøkonomiske gevinsten ved rensing når utslippsavgiften pr enhet er satt lik π^* . Den er gitt ved redusert utslippsavgift, π^*Q^* , minus de variable renssekostnadene (arealet under den marginale renssekostnadskurven). Pr antakelse er den bedriftsøkonomiske gevinsten i dette tilfellet lik den samfunnsøkonomiske.

I tillegg til å gi økonomiske insentiver til optimal rensing, gir utslippsavgifter også en inntekt for myndighetene. I Norge har Finansdepartementet bestemt at en krone for det offentlige er verdt 20 øre mer enn en krone på private hender, og at dette skal tas hensyn til i nyttekost analyser av prosjekter som medfører inntekter og utgifter for det offentlige. Det offentliges inntekt fra avgiftsbelagte utslipp fører dermed til en netto fiskal gevinst på 20 % av samlet avgiftsinntekt ved at det avlaster alternativ beskatning av privat sektor, som er anslått å medføre en samfunnsøkonomisk kostnad på 20 øre pr skattekrone. Følgelig vil innføringen av en utslippsavgift både føre til en samfunnsøkonomisk miljøgevinst ved at det gir en profittmaksimerende bedrift insentiv til reduksjon av utslipp ved rensing, og til en fiskal gevinst ved at det også gir det offentlige en skatteinntekt. Dette blir vanligvis omtalt som en *dobbel dividende* fra optimale miljøavgifter.¹³

Vi kan oppfatte utslippsavgiften som den pris som bedriften får pr enhet reduksjon i utslippene. Vi ser fra figur 1 at for varierende størrelser på utslippsavgiften så vil den optimale utslippsreduksjonen være gitt ved marginalkostnadskurven for rensing. Den svarer derfor til tilbudskurven

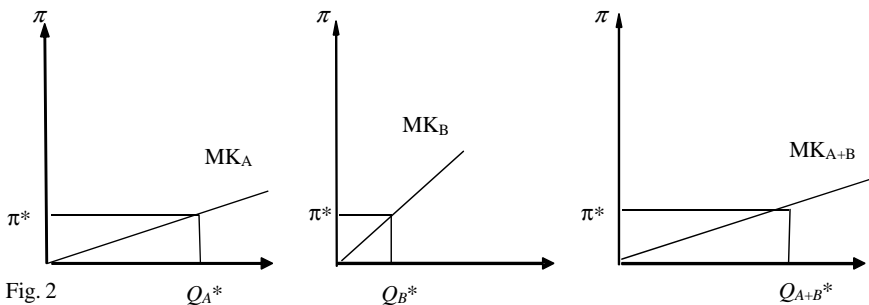
¹³ Det har imidlertid vært et omdiskutert tema blant økonomer om slike miljøskatter kan gi både en miljøgevinst og en fiskal gevinst, og i så fall hva den fiskale gevinsten består i. Det synes nå å være enighet om at den fiskale gevinsten må skyldes at skattesystemet i utgangspunktet ikke er optimalt innrettet, slik at utslippsavgiften kan, men ikke nødvendigvis vil, gi en fiskal gevinst. For en oversikt over denne problemstillingen, se L. A. Bovenberg: "Green Tax Reforms and the Double Dividend: an Updated Reader's Guide". *International Tax and Public Finance*, (1999), 6, s 421-443

for en profittmaksimerende bedrift under prisfast konkurranse. I dette tilfellet kan en si at bedriften ”selger” utslippsreduksjoner til myndighetene til en pris lik utslippsavgiften, slik at optimalt rensesvolum avhenger av prisen gitt ved $Q^* = Q(\pi^*)$ som en kan se fra figur 1.

Dersom det er flere bedrifter med en produksjon som gir samme type utslipp, så vil de, hvis de er underlagt samme avgiftsregime, hver for seg redusere utslippene inntil marginal renseskostnad er lik utslippsavgiften. Dette leder dermed til en kostnadseffektiv fordeling av rensingen mellom de ulike bedriftene. Det innebærer at en gitt samlet utslippsreduksjon blir realisert til minimal samlet kostnad. Hvis for eksempel en bedrift hadde en høyere marginal renseskostnad enn en annen bedrift, ville de samlede renseskostnadene gå ned om de omfordelte rensaktiviteten mellom seg inntil de marginale renseskostnadene var like i de to bedriftene.

I figur 2 er det illustrert hvordan totale utslipp og fordelingen av utslipp blir når to bedrifter som forårsaker samme utslipp blir regulert ved en lik utslippsavgift. I figuren er det antatt at de to bedriftene A og B som forårsaker samme type utslipp, har mulighet for å redusere sine utslipp til kostnader gitt ved marginalkostnadskurvene for utslippsreduksjon. Med en utslippsavgift lik π^* vil A redusere sine utslipp med Q_A^* og B med Q_B^* . Vi ser av figuren at dette er en effektiv fordeling av rensaktiviteten mellom de to bedriftene ved at det ikke er noen annen fordeling av rensingen mellom dem som kan redusere de samlede utslipp Q_{A+B}^* til en lavere kostnad. Linjen gitt ved

$MK_{A+B} = MK_A + MK_B$ viser samlet rensing som fremkommer ved en horisontal summering av de to marginalkostnadskurvene.



Det er et hevdvunnet og internasjonalt anerkjent prinsipp at forurenseren skal betale for de kostnader og ulemper forurensningen fører til¹⁴. Regulering av forurensende utslipp ved utslippsavgifter er i tråd med dette prinsippet. Det er imidlertid to forhold som bør pekes på når det gjelder å redusere forurensende utslipp ved utslippsavgifter. Det ene er at et lands myndigheter har beskatningsrett bare over personer og bedrifter som er underlagt landets nasjonale jurisdiksjon. Dette gjør at nasjonale utslippsavgifter blir et lite hensiktsmessig virkemiddel for løsning av transnasjonale miljøproblemer som for eksempel klimaproblemet i den utstrekning det skyldes mengden av globale utslipp av klimagasser og ikke utslippet i et enkelt land. Unilaterale tiltak som for eksempel nasjonale avgifter på utslipp av klimagasser faller i samme klasse som privat finansiert produksjon av fellesgoder som i denne sammenheng betyr et enkelt lands bidrag til reduserte utslipp. Kostnaden faller på bedriftene i det landet som pålegger slike avgifter, mens gevinsten tilfaller alle land – riktignok også inklusive det landet som har innført slike avgifter. Men på global basis vil likevel gratispassasjerene dominere.

Det er veletablert kunnskap at privat forsyning av fellesgoder fører til at for lite blir gjort eller produsert ut fra en nytte-kostnad vurdering ettersom nytten for alle gratispassasjerene normalt ikke vil bli tatt hensyn til av det landet som frivillig tar på seg disse kostnadene. Grenseoverskridende miljøproblemer kan ikke løses på nasjonalt nivå. Spesielt problematisk blir det når de som forurenser og de som bærer kostnadene ved de miljøproblemene dette leder til, ikke befinner seg i samme land. Konklusjonen blir at internasjonale miljøproblemer må løses gjennom internasjonalt koordinerte tiltak.

Det andre forholdet ved utslippsavgifter og som er positivt, er at det blir overlatt til bedriftene å treffe beslutninger om hvor mye av deres utslipp som skal renses. På denne måten blir renseslutningene tatt på det nivå som har den beste informasjon om renseskostnader og forutsetninger for å renses. Bedriftene vil av egeninteresse finne den utslippsreduksjonen som minimerer bedriftens kostnader knyttet til utslippsavgifter og rensing. Imperfekt informasjon på myndighetsnivå om bedriftenes faktiske renseskostnader fører imidlertid til at myndighetene ikke vil ha eksakt kjennskap til sammenhengen mellom avgiftens størrelse og bedriftenes rensing i form av total utslippsreduksjon. Hensiktsmessigheten av regulering av utslipp ved avgifter vil derfor avhenge av betydningen av usikkerhet med hensyn til volumet av de samlede utslipp. På områder der det vil være svært viktig å ha kontroll med det samlede utslippsnivået, vil

¹⁴ På engelsk blir dette kalt for "the polluter pay principle", (PPP).

avgiftsløsningen neppe være det beste styringsverktøyet. Spesielt gjelder dette for utslipp med uoverskuelige eller irreversible konsekvenser. Det synes å være enighet om at dette gjelder for utslipp av klimagasser.

5. Utslippskvoter.

Empirisk litteratur har vist at den tradisjonelle kommando-og-kontroll reguleringen der reguleringsmyndigheten definerer både mål og måten de skal nås på, er i mange tilfelle utilstrekkelig for å beskytte natur- og miljøressurser. En reguleringsmyndighet som har insentiver til å foreta kostnadseffektive reduksjoner i forurensende utslipp, har for lite kunnskap om aktørenes muligheter og kostnader til å kunne oppnå dette. Ledere i forurensende virksomhet som er best informert om mulighetene for kostnadseffektive tiltak¹⁵, har ingen privatøkonomiske insentiver til å gi slik informasjon til myndighetene. Et prinsipielt resultat innenfor miljøøkonomi viser at under bestemte betingelser vil et riktig definert system med omsettelige kvoter føre til at predeterminerte mål kan nås med minimale kostnader¹⁶. Et viktig korollar til dette generelle resultatet er at under de samme forutsetningene vil likevekten i et kvotemarked være effektiv uavhengig av hvordan kvotene er fordelt i utgangspunktet så fremt det ikke gir noen aktører markedsrett¹⁷. Dette korollet har viktige implikasjoner. For eksempel kan en da benytte den initiale fordelingen av kvoter til å nå andre mål enn kostnadseffektivitet i reduksjonen av forurensende utslipp. Slike mål kan være politisk gjennomførbarhet og rettferdighetshensyn.

Regulering av utslipp ved kvotetildeling skjer ved at den forurensende bedriften får tillatelse til å slippe ut en gitt mengde forurensende utslipp innenfor et bestemt tidsrom. Tilsvarende ordninger har en hatt innenfor fiske, der den enkelte driftsenhet får en gitt fiskekvote pr tidsenhet når det gjelder fiske på bestandsregulerte fiskeressurser. Kvotereguleringer - det være seg for utslipp eller fiske - forutsetter at den enkelte aktørs utslipp eller bruk av fellesressursen kan observeres og verifiseres slik at det kan iverksettes sanksjoner dersom kvoten overskrides.

Kvantumsregulering gjennom kvoter gir full kontroll med den samlede utslippsmengden. Men samtidig forutsetter en kostnadseffektiv sentralt

¹⁵ Et formelt bevis for dette resultatet er gitt i et appendiks

¹⁶ Baumol W. J og E. E. Oates, "The use of standards and prices for protection of the environment", *Swedish Journal of Economics*, 1971, 73, 42-54

¹⁷ Montgomery, W.D, "Markets in licenses and efficient pollution control programs", *Journal of Economic Theory*, 1972 5, 395-418

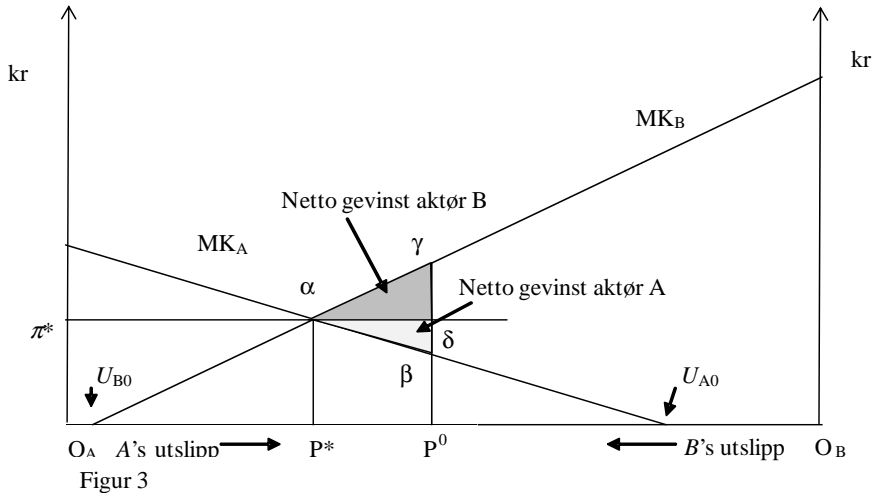
administrert fordeling av kvoter for forurensende utslipp at myndighetene kjenner renseskostnadene for de aktører som har muligheter for å redusere sine utslipp ved rensing. Normalt vil ikke myndighetene ha en slik detaljkunnskap. Aktørene vil heller ikke ha noe insentiv til å gi fra seg slik informasjon siden de med de minst kostnadskrevende rensesmulighetene burde rense mest ut fra hensynet til kostnadseffektiv samlet rensing, og de ville dermed få de minste utslippskvotene.

Implementering av et regime med omsettelige kvoter forutsetter at det etableres eierrettigheter på områder der slike ikke fantes på forhånd. Når eierrettigheter er etablert i form av utslippskvoter, kan det overlates til markedet å finne frem til en effektiv kvotefordeling. I et perfekt kvotemarked vil utslippsrettene gå dit hvor de har sin høyeste verdi¹⁸. De som har mindre nytte av utslippsretter, for eksempel fordi de har lavere renseskostnader for utslipp, har insentiv til å rense selv og selge kvotene til dem som har større nytte av dem.

Dersom alle relevante aktører i utgangspunktet fikk for eksempel lik kvote, ville de med de billigste renseteknologiene være interessert i å selge kvoter og overta rensingen for dem med høyere renseskostnader. Dette vil lønne seg for begge parter helt til de marginale renseskostnadene er lik kvoteprisen pr utslippsenhet. De med relativt høye renseskostnader vil være interessert i å kjøpe kvoter av andre, slik at de kan rense mindre. De med lave renseskostnader vil tjene på å selge kvoter så lenge kvoteprisen er høyere enn deres marginale renseskostnader. I likevekt i kvotemarkedet vil da alle aktørene ha en marginal renseskostnad lik kvoteprisen. Siden handel i kvoter fører til full utjevning av alle forurenseres marginale renseskostnad, gir dette en kostnadseffektiv fordeling av kvoter og rensaktivitet mellom de aktører som forårsaker kvotebelagte utslipp.

Gevinsten ved handel i utslippskvoter er illustrert i figur 3. Eksemplet bygger på at det er to bedrifter, *A* og *B*, som til sammen har fått utslippskvoter svarende til det horisontale linjestykket mellom de to vertikale aksene. *A*'s utslipp måles mot høyre på den vannrette aksene, mens bedrift *B*'s utslipp måles mot venstre. MK-kurvene angir de marginale renseskostnadene for de to bedriftene som da viser marginalkostnaden for utslippsreduksjon. *A* har en mer kostnadseffektiv renseteknologi enn *B* og har derfor lavere marginale renseskostnader for ethvert gitt rensed kvantum.

¹⁸ Dette er analogien i kvotemarkedet til Adam Smiths ”usynlige hånd”.



Det er en underliggende forutsetning at det er de totale utslipp som myndighetene ønsker å begrense ved kvotetildelingen uavhengig av hvordan de fordeler seg på de to bedriftene. A 's utslipp ved null rensing er gitt ved linjestykket $O_A - U_{A0}$, mens B 's utslipp er gitt ved linjestykket $O_B - U_{B0}$. Vi antar at i utgangspunktet får begge bedriftene en like stor utslippskvotet. Den er gitt ved punktet P^0 . Begge bedriftene har positive marginale renseskostnader ved denne utslippsmengden, og fra figuren ser vi at det betyr at de må eliminere utslipp utover utslippskvoten ved rensing. A reduserer sine utslipp ved rensing i et omfang svarende til linjestykket $P^0 - U_{A0}$, mens B 's rensing utgjøres av $P^0 - U_{B0}$. Bedrift B som har de største utslipp og den minst kostnadseffektive renseteknologien vil rense mest ved lik kvotefordeling. Men siden de har forskjellig marginal renseskostnad i punktet P^0 , er ikke denne kvotefordelingen kostnadsmessig effektiv da de samlede renseskostnadene for den utslippsreduksjonen som de til sammen er pålagt via kvotetildelingen, ikke blir minimert. Den kvotefordelingen som minimerer de samlede renseskostnadene er gitt ved P^* . I optimum vil A som har de laveste totale utslippene og den mest effektive renseteknologien, rense godt over halvparten av sine utslipp. Bedrift B som slipper ut mest, vil imidlertid bare rense knapt en tredjedel av sine utslipp. Dersom utslippskvotene er uomsettelige og begge bedrifter får like store kvoter, fører dette til et effektivitetstap svarende til summen av de skraverte arealene (α, β, γ) . Det betyr at ved en kostnadseffektiv kvotefordeling vil de samlede renseskostnadene bli redusert med et beløp

svarende til dette arealet¹⁹. Dersom kvotene ble gjort omsettelige, ville B være interessert i å kjøpe tilleggskvoter fra A siden B 's marginale renseskostnad er høyere enn A 's i punktet P^0 . Av samme grunn vil A være interessert i å selge noe av sin kvote til B og overta en tilsvarende del av B 's rensing. B 's marginale betalingsvillighet for en enhet utslippskvote er gitt ved linjestykket $\gamma - P^0$, mens A 's reservasjonspris²⁰ for salg av en enhets utslippskvote er $\beta - P^0$. Det vil derfor være grunnlag for en gjensidig lønnsom handel i kvoter mellom A og B helt til den marginale renseskostnaden er den samme for begge bedriftene. Likevektsprisen for rettigheten til en enhet utslipp er gitt ved linjestykket $\alpha - P^*$ som er angitt med π^* på den vertikale akse.

Et marked for omsettelige utslippsretter vil i dette eksemplet virke slik at B kjøper kvoter av A i et omfang av $P^* - P^0$ til en pris av π^* . A får en inntekt fra salg av kvoter svarende til rektangelet $(\alpha, P^*, P^0, \delta)$, mens B får en tilsvarende utgift på kvotekjøp. B sparer renseskostnader svarende til arealet $(\alpha, P^*, P^0, \gamma)$. Følgelig får B en nettogevinst på kvotehandel uttrykt ved den vertikalt skraverete trekanten (α, δ, γ) . A på sin side får økte renseskostnader uttrykt ved arealet $(\alpha, P^*, P^0, \beta)$, slik at A 's nettogevinst blir uttrykt ved trekanten (α, β, δ) med horisontal skravering. Det geometriske uttrykket for den samlede netto gevinsten blir summen av de to trekantene gitt ved (α, β, γ) . Det utgjør den samfunnsøkonomiske gevinsten i form av sparte totale renseskostnader ved å tillate kvotehandel mellom disse to bedriftene.

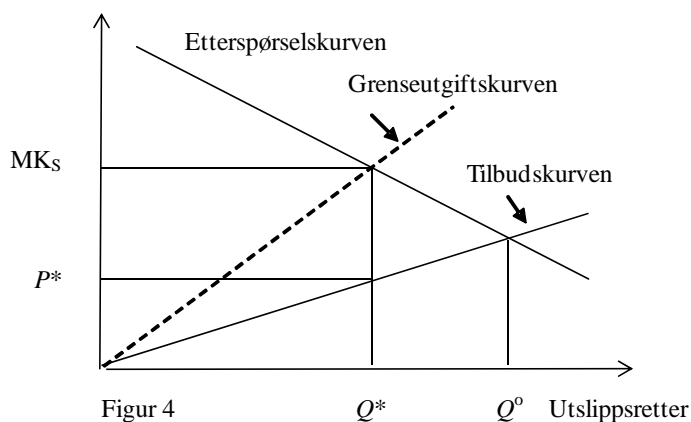
Vi ser at den største delen av den samlede gevinsten tilfaller B i dette tilfellet. Grunnen til det er at i det aktuelle intervallet er differansen mellom de marginale renseskostnader og likevektsprisen for utslippskvoter større for B enn for A , slik at B 's gevinst ved kvotekjøp er større enn A 's profitt ved salg.

Størrelsen på den samfunnsøkonomiske gevinsten ved kvotehandel forutsetter at ingen aktører er så store i kvotemarkedet at de kan påvirke kvoteprisen. Når markedsprisen for en enhet utslipp er gitt, vil den i likevekt være lik marginalkostnadene for utslipp. Siden alternativet til kvotekjøp er rensing, vil en overskuddsmaksimerende bedrift vil tilpasse rensaktiviteten slik at den marginale renseskostnaden blir lik denne

¹⁹ Bedriftens kostnad ved en gitt økning av rensingen er i figuren gitt ved arealet under bedriftens marginalkostnadskurve for utslippsreduksjon evaluert fra det opprinnelige til det nye utslippsnivået.

²⁰ Reservasjonspris betyr her den laveste prisen en er villig til å selg til.

markedsprisen. På denne måten vil alle aktørene ha lik marginal rensekostnad i en likevekt i kvotemarkedet. Dette gir en kostnadseffektiv fordeling av renseaktiviteten mellom markedsaktørene.



Figur 4 viser at når monopolisten på etterspørselsiden står overfor en stigende tilbudskurve, vil grenseutgiften for en hver gitt pris være høyere enn markedsprisen. Det skyldes at en prisøkning vil gjelde hele innkjøpsvolumet og ikke bare den siste kjøpte utslippsretten. Likevektskvantumet er gitt ved Q^* der marginal betalingsvillighet (høyden på etterspørselskurven) = grenseutgiften.

For at tilbudssiden skal tilby Q^* , må markedsprisen være P^* . Dette blir da likevektsprisen i kvotemarkedet.

Dersom en bedrift er så stor aktør at dens kvotekjøp eller -salg kan påvirke markedsprisen, vil det ikke lenger være slik at profittmaksimering fører til at markedsprisen for utslippskvoter vil bli lik bedriftens grensekostnad for utslipp. La oss som et eksempel anta at en bedrifts etterspørsel etter utslippskvoter øker fra 10 til 11 tonn utslippsekvivalenter av et forurensende stoff, og at markedsprisen på utslippsretter som følge av dette øker fra 20.000 til 21.000 pr tonn. Merutgiften for det siste tonnet av utslippsretter blir da 31.000. Dette er lønnsomt for bedriften dersom rensekostnadene for å redusere dette siste tonnet med utslipp er høyere enn 31.000. Om de andre markedsaktørene i kvotemarkedet er så små at

deres etterspørsel ikke påvirker markedsprisen, vil deres merutgift for et ytterligere tonn være 20.000. Til den rådende prisen vil den største aktøren finne det lønnsomt å rense inntil merkostnadene ved rensing overstiger 31.000 pr tonn, mens de som tar kvoteprisen for gitt og upåvirkelig vil rense inntil merkostnadene ved rensing blir 20.000 pr tonn. Bedriftene vil dermed ikke ha lik marginal rensekostnad i likevekt, og omsettelige utslippskvoter vil i et slikt tilfelle ikke gi en effektiv fordeling av rensing mellom aktørene.

Mer generelt kan virkningene av markedsrett i kvotemarkedet illustreres som ved ovenstående prinsippsskisse illustrert i figur 4. Figuren illustrerer at det er en stor bedrift som etterspør utslippsretter i markedet, mens det er mange små aktører på tilbudssiden. Den enkelte tilbyder tar kvoteprisen i markedet som gitt, og tilbudskurven er stigende ved at økt samlet tilbud forutsetter høyere kvotepris. Etterspørselskurven viser den marginale betalingsvilligheten for utslippsretter for den store bedriften som er kjøperen i markedet²¹. Bedriften kjenner tilbudskurven og innser at økt etterspørsel driver prisen opp – ikke bare på den siste enheten, men på alle innkjøpsrettene siden de omsettes til samme pris i markedslikevekt. Det betyr at merutgiften på den siste enheten vil være høyere enn markedsprisen. Merutgiftskurven er gitt ved den stiplede kurven i figur 4. Vi ser at den store kjøperen bruker sin kjøperrett til å presse kvoteprisen ned til P^* . Samtidig ser vi at den marginale rensekostnaden MK_S på kjøpersiden og P^* på selgersiden er forskjellige. Optimum er i gitt ved kvantumet Q^0 som ville bety mer mindre rensing i den store bedriften og mer rensing i de små bedriftene som er på selgersiden i kvotemarkedet. Den store bedriften finner det lønnsomt å rense mer enn det som totalt sett er optimalt for å holde kvoteprisen nede i kvotemarkedet. I forhold til den optimale løsningen Q^0 representerer det en gevinst for den store bedriften, men den motsvares av et tilsvarende tap i form av redusert salgsinntekt for de mindre aktørene slik at dette nulles ut i det samfunnsøkonomiske regnskapet. Det egentlige samfunnsøkonomiske tapet ved at den store bedriften utnytter sin kjøperrett i kvotemarkedet, er at den renser for mye og de små for lite.

²¹ Markedssituasjonen her er et eksempel på det som i økonomisk teori benevnes som monopsoni.

Numerisk eksempel på kvotehandel og likevekt i marked for utslippskvoter²²

Vi ser på et konkret eksempel for å belyse hvordan et kvotemarked vil fungere, samt gevinstene ved kvotehandel og betydningen av at ingen har markedsrett i kvotemarkedet. Vi antar at der er to bedrifter A og B som forurensrer et vassdrag med utslipp av kjemiske avfallsstoffer. Bedrift A har et utslipp på 30 tonn mens B's samlede utslipp utgjør 70 tonn pr. år. Begge bedrifter har mulighet til å redusere sine utslipp ved rensing. A har det mest moderne rensesutstyret der de variable renseskostnadene er gitt ved

$$C_A = 0,1x_A^2 + 10x_A$$

B har et mindre effektivt rensesutstyr der de variable renseskostnadene er gitt ved

$$C_B = 0,4x_B^2$$

der x_A og x_B er reduserte utslipp ved rensing i bedrift A og B regnet i tonn avfallstoffer pr år, og renseskostnadene er i hele 10.000 kroner. Vi antar at de samlede utslipp skal reduseres fra 100 til 50 tonn pr år, og at dette blir gjort ved å tildele hver av de to bedriftene utslippskvoter på 25 tonn pr år. Utslippskvotene er i utgangspunktet uomsettelige. De betyr at bedrift A bare trenger å redusere sine utslipp med 5 tonn, mens B må redusere med hele 45 tonn. Renseskostnadene pr år blir 0,525 mill for A og 8,1 mill for B, slik at de samlede renseskostnader pr år blir 8,625 mill. At dette må ligge langt fra den kostnadseffektive løsningen, innses ved at bedrift A som har de laveste marginale renseskostnadene, er den bedriften som renser minst²³.

Vi antar så at disse initiale utslippskvotene blir gjort omsettelige, og at begge bedrifter tar markedsprisen for utslipp som gitt og uavhengig av deres eget tilbud av, eller etterspørsel etter slike utslippsretter Dette er en urealistisk antakelse for et marked med bare to aktører, og den er gjort få

²² Eksemplet er hentet fra Hagen, K. P., *Økonomisk Politikk og Samfunnsøkonomisk lønnsombet*, 2. Utg. Cappelen Akademisk Forlag, 2005.

²³ Det er i eksemplet ikke tatt hensyn til at de kvotebelagte utslippene fører til økte produksjonskostnader for bedriftene som i sin tur kan føre til reduserte utslipp på grunn av økte produktpriser og redusert produksjon.

en "benchmark" for effektivitetstapet ved utøvelse av markedsmakt. Vi betegner markedsprisen for utslippskvoter for p regnet i 10.000 kroner pr. tonn pr år.

I dette eksemplet er det nokså opplagt at bedrift A vil tilby utslippskvoter, mens B vil etterspørre. Det lønner seg for A å selge utslippsretter så lenge som de marginale renseskostnadene i A er lavere enn markedsprisen for kvoter. Profittmaksimerende tilbud av kvoter er gitt ved at markedsprisen for utslippsretter er lik de marginale renseskostnader. Det betyr at

$$0,2 x_A + 10 = p, \text{ eller } x_A = 5p - 50$$

der x_A er rensed kvantum. Dersom vi lar U^T_A betegne A's tilbud av utslippsretter, er det gitt ved A's initiale kvotetildeling pluss differansen mellom reduserte utslipp ved rensing og A's initiale utslipp, dvs

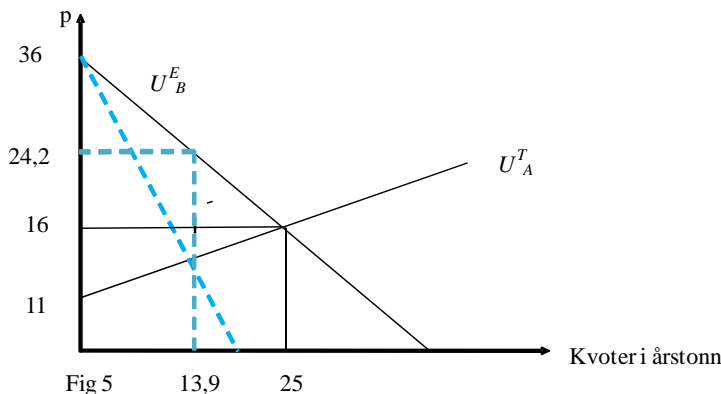
$$U^T_A = 25 + (x_A - 30)$$

Dersom vi setter inn den optimale verdien for x_A som funksjon av markedsprisen p , får vi

$$(i) U^T_A = 5p - 55$$

Uttrykket (i) er A's tilbudsfunksjon for utslippskvoter og grafen til denne gir oss A's tilbudskurve. Den er skissert nedenstående figur 5. Den starter i punktet 11 på p -aksen som viser at A ikke vil tilby utslippskvoter dersom markedsprisen faller under 110.000 pr årstonn.

Vi ser også at A's tilbudskurve er lik kurven for de marginale renseskostnadene for A utover rensing av 5 årstonn som er det som A vil rense av egne utslipp (A's totale utslipp minus A's initiale utslippskvote).



Bedrift B's optimale renskvantum er gitt ved

$$0,8x_B = p, \text{ eller } x_B = 1,25p$$

Vi lar U_B^E betegne B's etterspørsel etter utslippskvoter. Den er gitt ved det B må kjøpe av kvoter i markedet utover egen kvote og egen rensing, dvs $(70-25) - 1,25p$ som gir

$$(ii) U_B^E = -1,25p + 45$$

Den tilhørende etterspørselskurven er tegnet inn i figuren. Den skjærer p-aksen for $p=36$, som viser at B vil etterspørre utslippsretter bare hvis prisen er lavere enn 360.000 pr

årstonn. Fra høyre mot venstre representerer B's etterspørselskurve kurven for B's marginale renskostnader. I skjæringspunktet er de marginale renskostnadene like i de to bedriftene. Likevekt i markedet for utslippskvoter har vi der etterspørsel er lik tilbud. Vi ser av figuren at det inntreffer for kvantumet $U_A^T = U_B^E = 25$ med tilhørende pris $p=160.000$. Det betyr at A selger hele sin årskvote til B for en pris av 160.000 pr årstonn – til sammen 4 mill. A renser følgelig 30 tonn, dvs alle sine egne utslipp. B renser 20 tonn som er B's totale utslipp minus initialt tildelt utslippskvote på 25 tonn, minus de utslippsretter som B har ervervet fra A. De totale variable renskostnadene blir nå

$C_A=3,9$ mill og $C_B=1,6$ mill, til sammen 5,5 mill.

a) Uomsettelige kvoter

Bedrift	Totale utslipp	Utslippskvote	Rensing (årstonn)	Rensekostnader
A	30	25	5	0,525 mill
B	70	25	45	8,100 mill
Samf.øk. kostnad	100	50	50	8,625 mill

b) Omsettelige kvoter. Perfekt konkurranse²⁴ i kvotemarkedet.

Totale kostnader og kostnadsendringer ved omsettelige kvoter²⁵.

Bedrift	Kjøp utslippsretter	Rensing i tonn pr. år	Utg./innt. Kjøp/salg utslippskvoter	Rensekostnader	Tot.bedr.øk kostn. ved utslippsbegrensning	Endring økonomisk kostnad i forhold. til a)
A	-25	30	-4 mill	3,9 mill	-0,1 mill	-0,625 mill
B	+25	20	+4 mill	1,6 mill	5,6 mill	-2,500 mill
Samf.øk kostnad	0	50	0	5,5 mill	5,5 mill	-3,125 mill

²⁴ Perfekt konkurranse betyr her at begge bedriftene tar kvoteprisen i markedet for gitt og uavhengig av sin egen etterspørsel eller tilbud

²⁵ Det er i eksempelet ikke tatt høyde for at kvotebegrensede utslipp kan føre til lavere totale utslipp ved redusert produksjon eller omlegging til mindre forurensende produksjonsteknologi.

Dette gir en reduksjon i de samlede renseskostnadene på 3,125 mill sett i forhold til det tilfellet der begge bedriftene har en fast og uomsettelig utslippskvote på 25 tonn pr år. Resultatene er sammenstilte i to foranstående tabeller.

Vi ser at begge bedriftene tjener på overgang til omsettelige kvoter. Summen av deres gevinster utgjør den samfunnsøkonomiske gevinsten ved overgang til omsettelige kvoter. Bedrift B som har de største utslippene og de høyeste marginalkostnadene for rensing, tjener absolutt sett mest, mens bedrift A som har de laveste utslipp og de laveste renseskostnadene, har en høyere relativ besparelse. Bedrift A tjener endog mer på salg av utslippskvoter enn det den betaler i renseskostnader. Denne bedriften vil derfor faktisk tjene på halveringen av de samlede utslipp når dette skjer ved at begge bedriftene blir tildelt like store omsettelige utslippskvoter²⁶.

Vi kan her merke oss at utgifter og inntekter ved kjøp og salg av utslippsretter mellom bedriftene er inntektsoverføringer mellom A og B, som elimineres i det samfunnsøkonomiske kostnads-inntekt regnskapet. Om A og B derimot hadde vært lokalisert i to forskjellige land, ville utgifter til kjøp av utslippskvoter være en samfunnsøkonomisk kostnad, og inntekter ved kvotesalg en samfunnsøkonomisk inntekt for det enkelte land. De samfunnsøkonomiske kostnadene ved halvering av de samlede utslipp gjennom tildeling av like store omsettelige utslippskvoter vil da i hvert land være sammenfallende med de bedriftsøkonomiske kostnadene.

Vi antar nå at bedrift A innser at den har en slik betydningsfull stilling i kvotemarkedet at endring i tilbudt kvantum av utslippsretter fra A vil påvirke markedsprisen. For eksemplets skyld antar vi at bedrift B som etterspør utslippsretter, tar prisen som gitt. Når A opptrer monopolistisk i markedet²⁷, vil den innse at dersom den skal få solgt en ytterligere utslippsrett, må den sette ned prisen. Dette vil ikke bare redusere prisen på den sist solgte enheten, men på alle solgte kvoteenheter²⁸.

Marginalinntekten for bedriften ved salg av ytterligere en utslippsrett vil derfor være mindre enn markedsprisen. Vi har fra (ii) at $p = -0,8 U_B^E + 36$.

²⁶ Bedriften kan imidlertid tape på grunn av det blir mer kostbart å produsere, jf. fotnote 22.

²⁷ I dette eksemplet er det monopol på selgersiden, mens det i figur 4 på side 18 er illustrert en situasjon med monopol på kjøpersiden.

²⁸ Vi tenker oss her at utslippskvotene selges samlet til lik pris pr tonn.

Dersom A kjenner B's etterspørselskurve, kan inntektene ved kvotesalg $R(U)$ beregnes som en funksjon av omsatt kvantum $U = U_B^E$ ved

$$R(U) = U \cdot p = U \cdot (-0,8U + 36) = -0,8U^2 + 36U$$

og marginalinntekten ved ytterligere kvotesalg er gitt ved marginalinntektskurven

$$R'(U) = -1,6U + 36.$$

Marginalinntektskurven er den blå prikkede kurven i foranstående figur. I et profittmaksimum for A må marginalinntekten være lik marginalkostnaden ved å tilby en ytterligere utslippsrett. Denne er gitt ved $0,2U + 11$ fra (i). Optimalt kvotesalg for A er da gitt ved $0,2U + 11 = -1,6U + 36$ slik at $U \approx 13,9$. Den tilhørende markedspris for utslippskvoter leser vi av på B's etterspørselskurve til ca 242.000 pr. tonn (rundet av til nærmeste 10.000 kroner).

Resultatet er sammenfattet i nedenstående tabell c).

- c) Omsettelige kvoter
 A monopolist i markedet for utslippskvoter
 B prisfast kvantumstilpasser

Bedrift	Kjøp utslippsretter	Rensing tonn	Utg. utsl.-retter	Rensekostnad	Tot.bedr. øk kostn.	Endring ift. optimum (b)
A	-13,9	18,9	-3,364 mill	2,247 mill	-1,117 mill	-1,017 mill
B	+13,9	31,1	+3,364 mill	3,869 mill	+7,233 mill	+1,633 mill
Samf.øk. endring	0	50	0	6,116 mill	6,116 mill	0,616 mill

Vi ser nå at det lønner seg for A å redusere salget av utslippsretter til 13,9 tonn pr år for ved dette å presse opp kvoteprisen. Dette fører til en ineffektiv fordeling av rensingen på de to bedriftene og en økning i de totale renskostnadene på 0,616 mill pr år. Økningen i B's totale kostnader er imidlertid betydelig større. Det skyldes at B må betale en høyere pris for utslippsrettene i forhold til i likevektsprisen i et kvotemarked uten markedsrett. Dette er imidlertid en inntektsoverføring fra B til A, og motsvares av at A får en økning i inntektene fra kvotesalget. Effektivitetstapet som følge av monopolistisk atferd i kvotemarkedet er lik økningen i samlede renskostnader og lik 0,616 mill kroner pr år.

Ovenstående sammenligning er basert på et enkelt og stilisert eksempel. Det gir likevel grunnlag for å trekke den generelle konklusjon at selv om økningen av de samlede samfunnsøkonomiske renskostnader som følge av monopolistisk atferd i kvotemarkedet kan være moderate, kan utslagene for de enkelte bedrifter være betydelig større. Det skyldes inntektsomfordelingsvirkninger ved at kjøperne må betale en høyere pris for utslippsrettene som følge av monopolistisk prissetting på selgersiden.

5.1. Utslippskvoter med begrenset omsettelighet.

En bedrift kan ha flere ulike utslippspunkter. Ved utslippsavgifter eller ved et utslippstak, vil en kostnadsminimerende intern utslippskontroll føre til at bedriften tilpasser sine utslipp slik at de marginale kostnader for reduserte utslipp er de samme ved alle bedriftens utslippspunkter. Dette kan implementeres ved et internt marked for utslippsretter i bedriften. Dette gjelder uansett om bedriftens utslippskvote er omsettelig eller ikke. Det samme prinsippet kan gjøres gjeldende for utslippskontroll innenfor et nærmere bestemt område. Dersom et utslippstak blir lagt på samlede utslipp av et bestemt forurensende utslippstoff fra industrien innenfor et nærmere avgrenset område, vil en effektiv fordeling av rensaktivitetene kunne implementeres gjennom et lokalt marked for utslippsretter dersom utslippene kan observeres og verifiseres. Dette vil gi insentiver til en kostnadseffektiv utslippsbegrensning for de utslippskilder som omfattes av utslippstaket. Men det vil ikke lede til en kostnadseffektiv avstemming av utslippene fra foretakene som omfattes av utslippstaket, mot utslipp fra dem som står utenfor. Jo mer geografisk omfattende utslippstaket er, desto mer vil ordningen ligne et system med fritt omsettelige utslippsretter.

En annen ordning for begrensning av utslipp er såkalt motregning av utslipp (offsets). Det går ut på at når de samlede utslipp har nådd utslippstaket, kan en ny aktør som planlegger virksomhet som medfører utslipp, bare få utslippstillatelse dersom det kan dokumenteres at en kan finne frem til ordninger slik at de samlede utslipp holder seg innenfor utslippstaket. Dette krever da at nykommeren mot en passende kompensasjon kan få noen andre forurenserer til å redusere sine utslipp tilsvarende slik at nettoeffekten på de samlede utslipp blir null. Dersom det skal være noe å vinne på å betale andre for å redusere sine utslipp, må den bedriften som planlegger å starte forurensende produksjon, ha høyere kostnader for utslippsreduksjoner enn de som kan være villige til å redusere sine utslipp som følge av dette. Bare i det tilfellet kan det lønne seg for den etablerende bedriften å gi kompensasjon til dem som må redusere sine utslipp på en slik måte at ingen av partene taper på det. Dersom alle slike gjensidig fordelaktige tilpasningsmuligheter utnyttes fullt ut, vil det virke på samme måten som et system med omsettelige kvoter, og vil følgelig gi en kostnadseffektiv fordeling av renseaktivitetene. Slike bilaterale avtaler om kompenserende tiltak for å overholde miljøstandarder var egentlig forløperen til markeder med omsettelige kvoter. De fører til at tiltak for å overholde den gitte miljøstandarder skjer i de bedrifter der kostnadene for miljøbevarende aktiviteter er lavest. Rensing for å redusere forurensende utslipp er eksempler på slike tiltak.

6. Valg mellom avgiftsløsninger eller omsettelige kvoter.

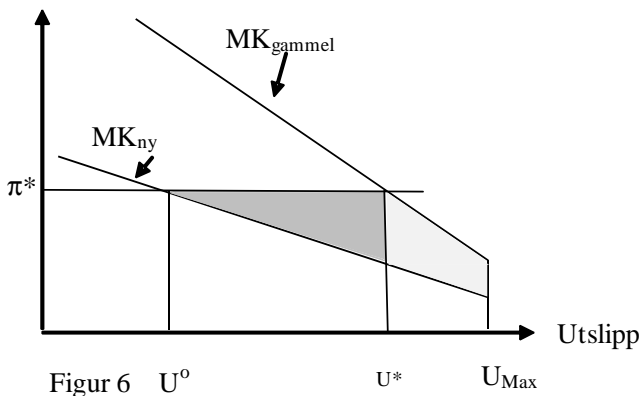
Omsettelige kvoter kombinerer de attraktive egenskapene ved avgiftsløsninger med de gunstige egenskapene ved kvoteregulerte utslipp. Det er for det første at de representerer desentraliserte løsninger ved at beslutninger om rensing blir tatt på det beslutningsnivået som har best lokal kunnskap om mulighetene for og kostnadene ved rensing. Kvotebelagte utslipp gir i kraft av utslippstaket full kontroll med mengden av utslipp i den utstrekning utslippene kan observeres og måles. Dette gjelder ikke ved avgiftsløsninger når myndighetene har ufullstendig informasjon om renseskostnader i bedriftene og av den grunn ikke kjenner den eksakte sammenhengen mellom avgift og samlet rensing. Her må kontroll med utslippskvantum eventuelt skje å på grunnlag prøving og feiling men hensyn på avgiftssats og observerte utslipp. Feilaktige anslag på total utslippsmengde kan være kostbart dersom de overstiger en kritisk grense. Dersom utslippskvotene på den annen side ikke er omsettelige, vil en kostnadseffektiv fordeling av kvoter og rensing kreve at myndighetene har full informasjon om lokale renseteknologier og renseskostnader. Men om kvotene gjøres fritt omsettelige, vil kvotemarkedet på samme måte som med avgiftsløsninger gi insentiver til en kostnadseffektiv fordeling av rensaktivitet mellom bedriften. Det skjer ved at markedsmekanismen allokterer kvotene dit hvor kostnadene ved utslippsreduksjon er høyest. Dette forutsetter likevel at ingen enkeltaktør kan påvirke prisdannelsen i kvotemarkedet gjennom kjøp eller salg av kvoter.

Vi skal i det følgende drøfte valget mellom avgifter og kvotemarkeder i forhold til noen sentrale problemstillinger når det gjelder forurensningskontroll.

6.1. Insentiver til å investere i mer effektive renseteknologier.

Et viktig spørsmål er om ulike løsninger for utslippsregulering gir forskjellige insentiver til investering i nye og mer effektive renseteknologier. Vi antar at vi som illustrert i figur 6, har en bedrift som har et utslipp uten rensing gitt ved U_{Max} , og at en med bedriftens eksisterende renseteknologi har en marginalkostnadskurve for reduserte utslipp ved rensing gitt ved MK_{gammel} .

Vi kan anta at det ønskede utslippsnivået i bedriften sett fra myndighetenes synspunkt er U^* . Det kan da realiseres ved å pålegge bedriften enten en utslippskvote svarende U^* eller en utslippsavgift π^* . Anta videre at bedriften kan investere i en ny renseteknologi som gir en ny marginalkostnadskurve som gitt ved MK_{ny} . Gevinsten ved investering i en mer effektiv renseteknologi er gitt ved nåverdien av reduksjonen i renssekostnader fratrukket investeringskostnaden. Om vi antar at kostnadskurven illustrerer kostnader pr år, vil kostnadsbesparelsen pr år ved denne investeringen ved en gitt utslippskvote lik U^* være lik differansen mellom arealet under den gamle og den nye grensekostnadskurven fra U^* til U_{Max} , dvs det horisontalt skraverete arealet. Om vi derimot har en utslippsavgift, satt lik π^* , vil optimalt utslipp i forhold til den nye renseteknologien være U^0 .



Figur 6 U^0 U^* U_{Max}

Da vil kostnadsbesparelsen pr år bli summen av det horisontalt og det vertikalt skraverete arealet i figuren. Det består dels av de reduserte kostnadene ved å overholde utslippstaket U^* (det horisontalt skraverete arealet), og dels av sparte utslippsavgifter ved å redusere utslippene fra U^* til U^0 (det vertikalt skraverete arealet) som er sparte utslippsavgifter pr år minus økte renssekostnader på grunn av reduserte utslipp ved økt rensing. Utslippsavgiftsregimet vil derfor gi det største økonomiske incentivet til å investere i mer effektiv renseteknologi. Grunnen til det er at med ny renseteknologi vil bedriften finne det lønnsomt å rense mer av sine utslipp enn det som er nødvendig for å overholde utslippstaket.

6.2. Usikkerhet med hensyn til kontrollregimets nytte-kostnad effekter

Valget mellom avgifter eller kvoter innebærer valg mellom to typer usikkerhet; kvantumsusikkerhet for myndighetene eller prisusikkerhet for næringslivet. Utslippsavgifter innebærer at kostnaden som næringslivet blir påført ved en enhet utslipp er kjent både for næringslivet og for myndighetene, mens volumet er en usikker størrelse for myndighetene. Motsatt innebærer omsettelige utslippskvoter at myndighetene kjenner utslippsvolumet, mens kostnaden for rettigheten til en enhet utslipp ikke er kjent verken for markedsaktørene eller myndighetene før det har etablert seg en likevektpris i utslippsmarkedet. I situasjoner der miljøet er svært sensitivt med hensyn til samlet mengde utslipp, vil regulering gjennom omsettelige kvoter være å foretrekke hvis det er praktisk håndterbart. Dette vil være svært viktig dersom miljøpåvirkningene fra utslipp vil være reparerbare eller reversible bare opp til en kritisk grense, men irreversible dersom denne grensen overskrides. Eksempler på slike kritiske grenser for miljøpåvirkning er mange. Dersom en dyreart kommer under kritisk grense for regenerering, vil den dø ut og det vil i så fall være en irreversibel tilstand²⁹. Havstrømmer er bestemmende for klimatiske forhold, og så lenge temperaturøkningen i atmosfæren er moderat, vil ikke mønsteret endre seg. Om derimot temperaturøkningen kommer over den kritiske grensen, kan systemets stabilitet trues med uforutsigbare konsekvenser.

Dersom der hersker usikkerhet om den kritiske grensen for negative miljøpåvirkninger, og virkningene blir irreversible hvis denne grensen overskrides, blir det særdeles viktig å ha et system som gir mest mulig kontroll med utslippsvolumet. Dette taler sterkt i favør av kvotebelagte utslipp.

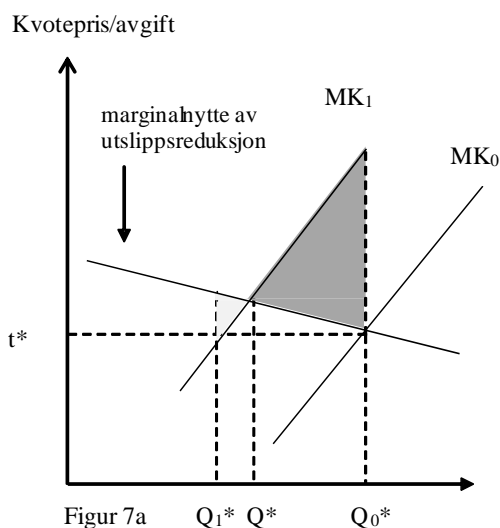
Det er en generell innsikt fra Weitzman (1974)³⁰ at når både nytten og kostnaden av markedsinngrep er usikre, vil valget mellom utslippsavgifter eller kvoter være avhengig av hva som endrer seg mest av marginalnytte eller marginal rensekostnad ved en utslippsreduksjon. Det er også grunn til å anta at dette forholdet er forskjellig på kort og lang sikt. På kort sikt vil neppe endringer i utslippene av CO₂ i et enkelt år ha noen betydelig effekt på klimagasser i atmosfæren. Når det gjelder marginale rensekostnader er

²⁹ Et eksempel her er en alkefugl som ble kalt geirfugl, og som ble fullstendig utryddet på 1800-tallet fordi den var så lett å fange.

³⁰ Op.cit

vil det normalt være omvendt. På kort sikt har en et gitt rensesutstyr og de marginale renseskostnadene må ventes å være raskt stigende ved en økning av rensesomfanget etter hvert som en nærmer seg kapasitetsgrensen for rensing. På lengre sikt vil kurven for de marginale renseskostnader være flatere da en kan tilpasse renseskapasiteten etter behovet. Den marginale nytten av reduserte utslipp ved økt rensing vil stige raskere ettersom den langsiktige effekten på klimagassene i atmosfæren vil være større. Valget mellom kvoter eller utslippsavgifter er illustrert i figurene 7a og 7b³¹.

Valg mellom avgift og kvoter på kort sikt



Valg mellom avgift og kvoter på lang sikt.

På lang sikt vil marginalkostnadskurven for utslippsreduksjon være slakkere ettersom en nå kan øke rensesaktiviteten ved å investere i mer effektivt rensesutstyr. Grensenyttekurven vil være brattere siden nytten av en utslippsreduksjon er større på lang enn på kort sikt.

³¹ For en god oversikt over denne problemstillingen se Hepurn, C.

”Regulating by prices, quantities, or both: An update and overview, *Oxford Review of Economic Policy*, (22) 2, 2006: 226-247.

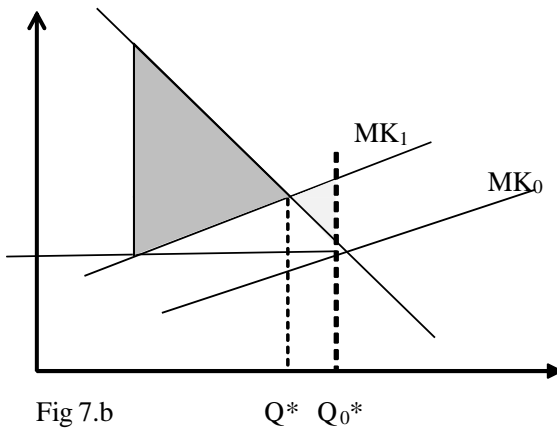


Fig. 7.b viser tilpasningen på lang sikt hvor marginalkostnadskurvene for rensing er slakkere, mens marginal- nyttekurven er brattere på grunn at effekten av utslippsreduksjon er større på lang sikt. Optimal kvotemengde eller utslippsavgift blir fastlagt i forhold til marginalkostnadskurven gitt ved MK_0 . Om marginal-kostnadene for utslippsreduksjon viser seg å bli MK_1 i stedet, vil effektivitetstapet ved kvoter blir trekanten markert med horisontal skravur mens det ved utslippsavgifter vil bli den store trekanten markert med skråstilt skravur.

6.3. Opsjonsverdier knyttet til naturmiljø.

Usikkerhet med hensyn til kritiske grenser for irreversible konsekvenser av negative miljøpåvirkninger samt det forhold at en kan skaffe seg mer eksakt informasjon om slike grenser i fremtiden, skaper en opsjonsverdi knyttet til å beholde naturmiljøet intakt. Usikkerhet om atmosfærens tålegrense for klimagasser og formodningen om at klimaforskningen vil gi oss mer sikker kunnskap om dette i fremtiden, er et selvstendig opsjonsargument for å være tilbakeholden med hensyn til utslipp av klimagasser.

Dette har en klar analogi til opsjonsverdien av finansielle derivater. En kjøpsopsjon på en aksje gir eieren av opsjonen en rett, men ikke en plikt, til å kjøpe aksjen enten på et bestemt fremtidig tidspunkt, eller innenfor en gitt tidsperiode. Når aksjens fremtidige markedsverdi er usikker, og en vil få mer markedsinformasjon etter hvert som tiden går, vil en slik opsjon ha

en positiv økonomisk verdi. Når aksjen eventuelt blir kjøpt, blir denne opsjonen der verdien knytter seg til ”å vente og se”, lukket.

Tilsvarende gjelder for irreversible miljøinngrep. Usikkerhet om verdien av miljøressursen i fremtiden kan gjøre det fornuftig å utsette irreversible miljøinngrep inntil en har skaffet seg sikrere kjennskap til miljøressursens fremtidige verdi. Ettersom det underliggende aktivum til opsjonen i dette tilfellet er en realressurs (naturmiljøet), blir slike opsjoner kalt realopsjoner³². Når naturinngrepet først er gjort, er denne opsjonen lukket og det er for sent å angre. Det som driver verdien av realopsjoner, er at det kan være umulig eller urimelig kostbart å komme tilbake til utgangssituasjonen når beslutningen først er fattet, samt at en ved å vente får mer informasjon om konsekvensene av beslutningen.

6.4. Usikkerhet om fremtidig reguleringsregime.

Usikkerhet med hensyn til de fremtidige klimatiske effektene av CO₂ utslipp skaper usikkerhet om hvor stramt et fremtidig reguleringsregime for CO₂ vil bli. Dette skaper usikkerhet for næringslivet når det gjelder investeringer i rensetiltak og valg av produksjonsteknologi. Frykt for et strammere fremtidig reguleringsregime for utslipp kan gjøre at en velger å satse på en dyrere produksjonsteknologi som er mindre CO₂-intensiv. Risikoen ved dette består i at det kan vise seg at en har overdrevet frykten for klimavirkninger av CO₂-utslipp, slik at en i fremtiden blir sittende med et kostnadmessig handicap i forhold til dem som har vært mindre pessimistiske med hensyn til fremtidige klimavirkninger og som derfor har investert i billigere teknologier som gir større utslipp. Her vil regulering basert på omsettelige utslippskvoter gi bedriftene større muligheter for sikring mot slik reguleringsgenerert risiko.³³ Dersom en bedrift har investert i en mindre CO₂-intensiv og kostbar produksjonsteknologi, eller har økt beholdningen av utslippsretter i frykt for strammere fremtidig regulering, og det så viser seg at de fremtidige miljøproblemene har vært overdrevne, kan bedriften risikere at myndighetene øker utslippstaket. Dette vil føre til at markedsprisen på utslippsrettene faller, slik at en får et verditap på beholdningen av utslippsretter, og at en i tillegg får et

³² Dette skiller seg fra finansielle opsjoner der det underliggende aktivum er et verdipapir.

³³ Se Chichiliniski og Heal *op. cit.* for en god diskusjon av dette.

konkurransmessig handicap ved at en blir sittende med en dyr produksjonsteknologi. Dette skyldes regulatorisk usikkerhet som har sitt utspring i vitenskapelig usikkerhet om hvor alvorlig miljøproblemet egentlig er, og hva som er dets underliggende årsaker.

Denne type risiko kan en sikre seg mot ved terminhandel i utslippskvoter. Frykt for prisfall kan en ta høyde for ved å ”shortselge” utslippskvoter for fremtidig levering eller kjøpe en salgsoption (put option) i dag på kvoter for fremtidig levering. Shortsalg betyr at en selger en utslippsrett for senere levering som en ikke eier på det tidspunktet avtalen inngås. Om prisen da faller under avtalt salgspris, vil en kunne kjøpe kvoter til en lavere pris på salgstidspunktet og slik gjøre en gevinst. Kjøp av salgsoptioner som sikringsalternativ mot fallende fremtidige kvotepriser går ut på å kjøpe en rettighet til å selge kvoter innen et visst tidspunkt til en på forhånd avtalt pris (innløsningsprisen). Siden dette ikke medfører noen salgspålegg, vil salgsoptionen bare bli realisert dersom den fremtidige markedsprisen faller under utløsningsprisen i salgsoptionen. Gevinsten ved salg utgjøres av differansen mellom innløsningsprisen og markedsprisen på kvotene. En vil dermed få en optionsgevinst i det tilfelle der en sitter med kvoter som har fått redusert verdi, eller med en kostbar renses teknologi som er designet for større rensaktivitet enn det som viser seg nødvendig. Dette vil motvirke tapet ved å ha lagt for høye fremtidige kvotepriser til grunn for langsiktige investeringer i rens- og produksjonsteknologi.

Om en frykter at en har underinvestert i rens tiltak, kan en på tilsvarende måte sikre seg mot fremtidig prisstigning på utslippskvoter ved å kjøpe en kjøpsoption som er en rett men ikke plikt til å kjøpe utslippsretter innen et visst tidsrom. Dersom kvoteprisen på et senere tidspunkt overstiger den avtalte prisen, vil en benytte seg av kjøpsretten; ellers ikke. En vil derfor gjøre en gevinst i de tilfelle at utviklingen i kvoteprisene går en imot, noe som vil dempe tapet av å ha underinvestert i rens utstyr.

Siden reguleringsrisikoen ved omsettelige kvoter gjelder fremtidige markedspriser for utslippsretter, kan en på denne måten redusere denne prisrisikoen ved å benytte seg av sikringshandel i finansielle derivater med utslippskvoter som underliggende aktiva. Dette krever at de underliggende aktiva er omsettelige med en verifiserbar markedspris³⁴.

For å redusere den regulatoriske risikoen kan myndighetene også etablere et hybrid reguleringsregime bestående av både kvoter og utslippsavgifter.

³⁴ Slik sikringshandel skjer bl.a. på Chicago børsen (Chicago Board of Trade) i derivater knyttet til utslippsretter for SO₂.

I praksis ville utslippsavgiften da fungere som et tak på kvoteprisen. En bedrift med CO₂-utslipp vil da ha tre valg: redusere utslipp ved rensing, kjøpe utslippskvoter, eller betale utslippsavgift på utslipp utover den kvoten som en har i utgangspunktet. I et slikt scenario vil bedriften velge å betale utslippsavgift for ytterligere utslipp dersom kvoteprisen blir høyere enn avgiften. Et slikt kombinert regime vil da eliminere det største ankepunktet mot et kvotesystem som går på usikkerheten om fremtidig kvotepris da utslippsavgiften i realiteten blir et tak for kvoteprisen. Men samtidig blir utslippsmengden en variabel som blir markedsbestemt.

7. Noen kompliserende momenter ved utslippsregulering

Både utformingen av et optimalt avgiftssystem så vel som et system med omsettelige kvoter vil avhenge av skadefunksjonens form³⁵. Her er det særlig to forhold som har betydning³⁶:

- (i) Det ene er om de forurensende utslippene fra ulike kilder blandes uniformt eller ikke. Ved uniform blanding vil betydningen av det enkelte utslipp bare avhenge av utslippsmengden. Ved ikke-uniform blanding vil også andre forhold ha betydning slik som utslippskildenes innbyrdes lokalisering og lokalisering i forhold til resipientene.
- (ii) Et annet forhold er om utslippene har kumulative effekter, eller om det bare er de løpende utslippene som spiller en rolle. Kumulative effekter skaper opphopnings- og lagereffekter.

7.1. Utslippenes romlige dimensjon.

Eksempler på utslipp der lokaliseringen spiller en rolle, er støy der støykildens lokalisering i forhold til hvor mange som blir utsatt for støy vil være viktig. Dette vil for eksempel være et viktig moment ved lokalisering av en flyplass. Tilsvarende kan vannforurensning avhenge av lokale strømforhold og luftforurensning av lokale vindforhold. Forurensende utslipp øverst i et vassdrag vil normalt ha større skadepotensial enn det samme utslippet nederst i vassdraget. Når utslippskildenes geografiske lokalisering er viktig for den miljømessige kostnaden, ville et kvotesystem betinge geografisk differensierte utslippstak, der taket vil være avhengig av utslippenes spredningsmønster. Selv om dette i prinsippet kunne håndteres ved et system med omsettelige kvoter, ville det trolig være vanskelig å håndheve i praksis, bl.a. fordi det ville kreve store

³⁵ Skadefunksjonen viser sammenhengen mellom den aktivitet som drives og den miljøskade som forvoldes.

³⁶ Se f.eks Tietenberg, T. H, *Emission Trading: Principles and Practice*, Resources for the Futures, Washington D.C. 2. ed. 2006.

kontrollkostnader siden det vil være vanskelig å etterspore hvem som eventuelt er ansvarlig for miljøforverringen i bestemt lokalitet da dette kan avhenge av tilfeldige metrologiske forhold.

Noe av de samme problemene ville oppstå ved regulering ved hjelp av utslippsavgifter. Optimale avgifter vil i slike tilfelle avhenge av utslippenes spredningsmønster, og det vil være nødvendig å bestemme det relevante avgiftsgrunnlaget ved hver utslippskilde. En mulig løsning kunne være regionale utslippstak (zoning) med ikke omsettelige kvoter, men med mulighet for bilateral motregning (offsets). Dette ville bety at dersom noen ville øke sine utslipp utover kvoten, måtte det kunne dokumenteres at noen andre innenfor regionen ville redusere sine utslipp tilsvarende. Det samme måtte da også gjelde for nye bedrifter som ville etablere seg. Om slike bilaterale avtaler ikke var mulig og utslippstaket var gitt, ville dette kunne virke konserverende på næringsstrukturen ettersom det ville være vanskelig for nye bedrifter å kjøpe seg inn.

7.2. Utslippenes temporale dimensjon.

I dette tilfellet vil utslippene ha langtidsvirkninger ved at de akkumuleres i omgivelsenes eller i miljøet mer generelt. Det mest aktuelle eksemplet her er drivhusgasser og KFK-gass som bryter ned ozonlaget. I dette tilfellet vil forurensningens skadevirkning både avhenge av utslippene på et bestemt tidspunkt så vel som av tidligere utslipp. Det vil normalt redusere kostnadene ved å overholde en miljøstandard om en kan tillate fleksibilitet over tid når det gjelder tilpasning av utslippsreduksjoner. Men fleksibilitet med hensyn til timing gjør at en kan risikere opphopning av utslipp i visse perioder. På noen områder er det også sesongvariasjoner for miljøtilstanden som påvirkes av utslipp. Et aktuelt eksempel på dette er ozonlaget som både varierer geografisk og over året.

Ønskeligheten av temporal fleksibilitet vil avhenge av hva som er målsettingen for miljøpolitikken på det aktuelle området. Reguleringen vil bl.a. avhenge av om en ønsker påvirke de løpende utslipp, eller om en er interessert i tilstanden til en miljøstandard på et bestemt tidspunkt. Dette vil spesielt gjelde utslipp som har langtidsvirkninger via lagereffekter på grunn av gradvis assimilasjon over tid. Det mest aktuelle eksemplet også på dette er CO₂.

Temporal fleksibilitet kan implementeres ved noe som ligner på et vanlig kredittmarked, der en kan holde på utslippsretter for senere bruk (som på engelsk blir kalt "banking"), eller låne utslippsretter fra andre. Temporal

tilpasning i kvotemarkedet kan redusere fluktuasjoner i kvoteprisen ved at det jevner ut tilbud og etterspørsel over tid. Mulighetene for ut- og innlån av utslippsretter bidrar til å løsrive tidsprofilen for rensaktivitetene fra tidsprofilen for utslippene. Det bidrar til å redusere nåverdien av renskostnadene over tid ved at rensing og andre tiltak rettet mot utslippsreduksjon kan legges til de perioder der det koster bedriften minst.³⁷

Om vi antar at målsettingen er at konsentrasjonen av CO₂ i atmosfæren ikke skal overstige et predeterminert nivå på et bestemt fremtidig tidspunkt, for eksempel \bar{A}_T på tidspunkt T, vil en kostnadseffektiv fordeling av rensaktiviteten være den som realiserer måltallet \bar{A}_T til lavest mulig nåverdi av de samlede tiltakskostnadene. Formelt sett kan dette modelleres ved å datere alle utslipps- og rensvariable i optimeringsproblemet beskrevet i Appendiks der objektfunksjonen og miljørestriksjonen nå kan skrives som

$$\min_{r_{jt}} \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^J [C_j(r_{jt})]^{-(1+\rho)(t-1)}$$

$$\text{gitt at } \sum_{t=1}^T [a_t + b_t \sum_{j=1}^J (e_{jt}^0 - r_{jt})] \leq \bar{A}_T$$

Med unntak av objektfunksjonen har dette optimeringsproblemet samme struktur som det som er analysert i Appendiks. Parameteren a_t må her tolkes som naturlig tilskudd til konsentrasjonen av CO₂ i atmosfæren utover det som kommer fra den sektoren som er gjenstand for analyse³⁸. Videre er $\rho > 0$ diskonteringsrenten som viser hvor mye mer en krone i dag er verdt for bedriften i forhold til en krone om ett år. Dersom bedriften kan låne eller plassere midler i finansmarkedet til en gitt rente, ville den relevante diskonteringsrenten være gitt ved denne markedsrenten.

Når det gjelder objektfunksjonen, ser vi at en kostnad på en krone på tidspunkt $t-1$ er ekvivalent med $(1+\rho)$ kroner på tidspunkt t , som er det bedriften ville ha fått på tidspunkt t ved å sette krona i banken på

³⁷ Dette er analogt med funksjonen til et ordinært finansmarked ved at det bidrar til å løsrive tidsprofilen til konsumet over individets levetid fra tidsprofilen til livsinntekten. Denne muligheten for utjevning av konsumets tidsprofil gir en klar velferdsgevinst.

³⁸ Denne kan godt tenkes å være negativ når det tas hensyn til CO₂ som absorberes av havet og av skogen ved fotosyntesen.

tidspunkt $t-1$ til en rente lik ρ . I forhold til det enperiodiske eksempelet i Appendiks får vi nå en ytterligere tilleggsbetingelse for optimale tiltak for utslippsbegrensning ved at

$$(i) \quad \frac{\partial C_j(r_{jt-1})}{\partial r_{jt-1}}(1 + \rho) = \frac{\partial C_j(r_{jt})}{\partial r_{jt}}.$$

Fortsatt gjelder det at en kostnadseffektiv løsning krever at de marginale rensekostnadene må være like innenfor hver periode for alle bedrifter som iverksetter positiv rensning. Betingelse (i) ovenfor viser betingelsen for den optimale timingen av rensaktivitetene frem til det stipulerte tidspunktet for måltallet for atmosfærisk CO_2 . Den innebærer at nåverdien av de marginale rensekostnadene skal være like på ethvert tidspunkt.

Siden likevekt i et kvotemarked er gitt ved at kvoteprisen innenfor hver periode er lik de marginale rensekostnader, impliserer (i) at for å få en optimal timing av rensaktivitetene, må kvoteprisene vokse med en faktor lik diskonteringsrenten, dvs slik at $P_t(1 + \rho) = P_{t+1}$.

8. Den initiale tildeling av utslippsretter.

Den initiale allokeringen av utslippsretter er kanskje det mest kontroversielle aspektet ved omsettelige utslippskvoter. Dette gjelder til tross for at initialtildelingen i teorien ikke skal ha effektivitetsvirkninger dersom det er et perfekt andrehåndsmarked for utslippskvoter. "Perfekt" betyr i denne sammenheng at ingen enkeltaktør er så stor i kvotemarkedet at markedsprisen blir påvirket av aktørens tilbud og etterspørsel. I praksis betyr nok likevel måten som utslippsrettene i utgangspunktet fordeles på, en hel del for oppfatningen av hvorvidt utslippsregulering via omsettelige kvoter er rettferdig. Rettferdighetsaspektet kan ha betydning for hvorvidt systemet leder til kostnadseffektive løsninger. En oppfatning om at systemet med omsettelige kvoter virker urettferdig, kan gjøre det vanskeligere å håndheve systemet ved at noen kan finne det legitimt å bruke det som et påskudd for å omgå reglene³⁹.

Fire forskjellige allokeringemetoder har blitt brukt:

- (i) tilfeldig fordeling via lotterier
- (ii) "først til mølla" regler
- (iii) administrative regler basert på behovsbetingede kriterier eller historiske utslipp
- (iv) kvoteauksjoner.

Initialfordeling basert på lotterier eller "først til mølla" prioritering kan virke nokså tilfeldig. Av disse to metodene er lotteri å foretrekke da det leder til sjanselighet for dem som er med i lotteriet. Dersom det er et annenhåndsmarked med tilstrekkelig virksom konkurranse, vil imidlertid markedet selv finne frem til en kostnadseffektiv fordeling uansett hvilket av de to som velges. Selv om kvotene deles ut gratis i første runde, har de likevel en knapphetsverdi som manifesterer seg ved en

³⁹ Tilsvarende holdninger har en funnet når det gjelder beskatning. Skattyteres oppfatning om at skattesystemet er uretterferdig synes å stimulere til skatteomgåelser.

positiv markedspris i andrehåndsmarkedet⁴⁰. Denne knapphetsverdien kan realiseres enten ved salg i markedet, eller ved at de ved eget bruk reduserer behovet for egen rensing som fører til lavere renseskostnader.

Gratistildeling av noe som det er knapphet på, er på denne måten jevngodt med en ren inntektsoverføring til mottakeren. En tilfeldig og skjev initialallokering kan derfor oppfattes som urettferdig, og forskjellsbehandling kan også virke konkurranseforvridende i markeder med likviditetsbeskrankede bedrifter.

Administrativ praksis for initial tildeling av omsettbare utslippsretter er i mange tilfeller basert på en kombinasjon av tidligere behov og rettferdighetshensyn⁴¹. Dette blir i fagsjargongen kalt for ”bestefarsregler” (grandfathering), ved at tidligere behov blir lagt til grunn for tildeling av fremtidige rettigheter. Nykommere må da som regel kjøpe utslippsretter fra eksisterende rettighetsholdere for å kunne etablere seg i næringen. Ankepunktet mot slike ”bestefarsregler” har derfor vært at de virker konserverende på næringsstrukturen ved at det gir etablerte bedrifter en fordel. Dette kan i praksis også gi en form for ”mothake-effekt”. Hvis det for eksempel viser seg at den fremforhandlede initialfordelingen fører til en overskridelse av utslippstaket, vil en ofte løse det ved en proporsjonal nedskalering av den foreløpige fordelingen med en gitt faktor. Dette betyr at de som har klart å fremforhandle en gunstig initialposisjon, vil få beholde denne fordelene ved en rekalkibrering av fordelingen i forhold til det gitte utslippstaket.

Auksjoner er en alternativ måte å fordele rettigheter på. Her har diskusjonen i faglitteraturen gått på å utforme budregler som gir insentiver til å avstå fra strategisk budgivning slik at rettigheten i første hånd går til den som verdsetter den høyest. En budprosedyre som sikrer dette, er den som går under betegnelsen ”the second price auction”. Den går ut på lukket budgivning (forseglede bud) der høyeste bud vinner, og vinneren betaler det nest høyeste budet⁴². Dette tildelingskriteriet sikrer at auksjonsobjektet går til den som verdsetter det høyest. Denne

⁴⁰ Det forutsettes her at utslippstaket som viser de samlede kvotebelagte utslipp, er satt såpass lavt at en får en signifikant positiv likevektspris i annenhåndsmarkedet.

⁴¹ Se Tietenberg (2006), *op.cit.*

⁴² Denne auksjonsmekanismen ble først foreslått av William Vickrey i artikkelen ”Counterspeculation, auctions and competitive sealed tenders”, publisert i *The Journal of Finance*, Vol. 16, No. 1. (1961), pp. 8-37. Han ble i 1995 tildelt Nobel-prisen for blant annet denne banebrytende artikkelen.

auksjonsformen er interessant ved at vinneren betaler den nest høyeste betalingsvilligheten, som i en viss forstand er samfunnets alternativkostnad ved at auksjonsobjektet går til den som har gitt høyeste bud. Dette forutsetter at alle budgivere byr sannferdig slik at budet reflekterer deres sanne betalingsvillighet. En attraktiv egenskap ved "the second price auction" er at sannferdig budgivning er en dominerende strategi for budgiverne. En mer inngående strategisk analyse vil vise at ingen kan tjene på å feilrepresentere sin sanne betalingsvillighet, og i de fleste tilfeller vil de tape på det⁴³. Denne auksjonsprosedyren ble opprinnelig utviklet for auksjoner av typen "the winner takes all", men den er senere videreutviklet til situasjoner der goder blir auksjonert ut simultant til flere deltakere i varierende kvanta⁴⁴.

8.1. Internasjonale aspekter ved kvotetildeling og kvotesalg.

Atmosfæren er en global fellesressurs. Den kvalitative degraderingen gjennom utslipp av karbondioksyd utover et visst nivå er uavhengig av fra hvilket land utslippene skjer. I følge Kyoto-protokollen fra Klimakonvensjonens konferanse i 1997 ble det vedtatt en avtale om tallfestede kutt i industrilandenes utslipp av klimagasser. Avtalen åpner for at landenes forpliktelser kan innfris ved bl.a. utslippskvoter som fastsatt i protokollen, der bedrifter kan kjøpe eller selge deler av de nasjonale kvotene i det internasjonale kvotemarkedet, men slik at kvotehandelen begrenses til utslippslandene.

Et slik internasjonalt kvotemarked reiser flere problemstillinger. Generelt har miljøorganisasjoner og enkelte politiske fraksjoner vært motstandere av kvotehandel av prinsipielle grunner. Det blir oppfattet som moralsk

⁴³ Denne allokeringmekanismen har bl.a. blitt brukt til allokering av frekvenser i radiospektret til operatører innen mobiltelefoni. Radiospekteret er et klart eksempel på et globalt fellesgode.

⁴⁴ Se Ausubel, L. M., "An efficient ascending-bid auction for multiple objects", *American Economic Review*, (2004), (15), 143- 149. For en anvendelse av denne type auksjoner for tildeling av transportkapasitet i det norske gassnettet, se K. P. Hagen og Jan Gaute Sannarnes: "Incentivmekanismer og lønnsomhetskriterier for investeringer i gassnettverk som eies av et interessentfelleskap av brukere", Norsk Økonomisk Tidsskrift, 2006.

betenkelig - eller endog forkastelig - at rike land som Norge ved å kjøpe utslippskvoter fra aktører i andre land, kan kjøpe seg fri fra rensing av egne utslipp fullt ut ved nasjonale tiltak. Til grunn for et slikt syn ligger trolig en oppfatning om at enhver har en moralsk plikt til å rydde opp etter seg, og ikke sette dette bort til andre - selv om det er mot betaling. Dette synet gjelder til tross for at transaksjonene skjer under full kontraktsfrihet og både kjøper og selger har en økonomisk fordel av transaksjonen.

Økonomer som tradisjonelt har et mer konsekvensorientert syn, har vanskelig for å forstå dette. Siden utslipp av klimagasser er et internasjonalt problem, vil det være samfunnsøkonomiske gevinster med et internasjonalt kvotemarked. Handel med kvoter gir samme type gevinster som handel med varer for øvrig der utnyttelse av komparative fortrinn resulterer i handelsgevinster⁴⁵. Internasjonal handel med kvoter betyr at en kan få redusert utslippene på billigst mulig måte ved at en utnytter komparative fortrinn mellom land når det gjelder tiltak for reduksjon av utslipp, for eksempel ved rensing⁴⁶.

De økonomiske argumentene mot Kyoto-avtalen gjelder ikke mulighetene for internasjonal kvotehandel, men går mer på at den bare omfatter industrilandene, og at det blant disse er toneangivende land som ikke har anerkjent avtalen. Det gjelder også U-land. Siden atmosfærisk CO₂ og klima er globale anliggender, kan det enkelte lands innsats for å få ned utslipp av karbondioksid oppfattes som nasjonal innsats for å bedre "kvaliteten" til dette internasjonale fellesgodet, og som sådan kan det likestilles med privat finansiert produksjon av fellesgoder. Kostnadene ved dette bæres av det enkelte land som bruker ressurser på tiltak for å redusere CO₂- utslippene, mens gevinsten høstes av alle land – om enn i noe varierende grad avhengig av hvor klimautsatte de er. Dersom gratispassasjerene blir for mange, drepes det nasjonale insentivet til å bruke ressurser på å gjøre noe med dette fellesgodet. Dette betyr at det må være en minste kritisk masse av land som inngår i forpliktende avtale om reduksjon av globalt forurensende utslipp, for at enkeltland skal ha

⁴⁵ Denne innsikten går helt tilbake til D. Ricardo og anskueliggjort i hans verk *On the Principles of Political Economy and Taxation*, 1817.

⁴⁶ Motstanden mot kvotehandel synes i noen grad å være av samme type som motstanden mot internasjonal handel i matvarer. Noen synes å mene at matvaresituasjonen i verden er best tjent med nasjonal selvberging. Det økonomiske argumentet mot dette er at verdens matvaresituasjon fremmes best ved at de land som har de beste forutsetninger for matproduksjon, får fri adgang til matvaremarkedene slik at de kan få utnyttet sitt produksjonspotensial best mulig.

insentiv til å overholde avtalen. Når ikke alle land er med, er det også en fare for lekkasjer ved at forurensende virksomhet flytter ut til land som ikke har forpliktet seg i forhold til den internasjonale avtalen (såkalte "pollution havens").

9. Utforming av markeder for utslippsretter: implementerings- og transaksjonskostnader

I økonomisk teori å forutsettes det som regel at universelle markeder oppstår spontant når det dukker opp et udekket behov, eller når markeder kan skape en profitabel mulighet. Det er sjelden en går særlig langt i å drøfte forutsetninger for at markeder kan etableres, og hva som skal til for å gjøre konkurransen virksam. Et viktig og ofte undervurdert forhold er at det vil kreves en viss erfaring blant markedsaktørene før de forstår hvordan markedet fungerer, og kan dra full nytte av de muligheter som skapes. Denne ”learning by doing” effekten kan ta kortere eller lengre tid avhengig av hvor kompliserte objekter som blir gjort til gjenstand for kjøp og salg⁴⁷.

Når det gjelder markeder for utslippsretter, må det først etableres et system for begrensning av rettigheter til å benytte felles naturressurser som dumpeplass for forurensende utlipp, og sikre at disse begrensningene kan håndheves. Dernest må det skapes et legalt og kontraktsmessig rammeverk for handel i utslippsretter. Dette inkluderer et system for overvåking som gjør det mulig å oppdage brudd på regelverket og reaksjoner på brudd og omgåelser som gjør at aktørene ser sine interesser best tjent med å overholde reglene. Når det spesielt gjelder CO₂, vil det kreves overvåking ved alle utslippskilder for å se til at ikke kvotene for utlipp blir overskredet.

Effektive markeder forutsetter fravær av markedsrett, ingen eksterne virkninger slik at private og samfunnsmessige kostnads- og nyttevurderinger er sammenfallende Videre kreves det etablering av eierrettigheter til miljørelaterte goder slik at de goder som er gjenstand for omsetning, har i markedsmessig forstand de samme egenskapene som

⁴⁷ I kjølvannet på finanskrisen er det blitt hevdet at en viktig årsak til krisen er at markedsaktørene ikke har forstått de økonomiske konsekvensene knyttet til de produktene som har vært gjenstand for kjøp og salg. Denne kompleksiteten til markedsobjektene har påført både dem selv og andre store økonomiske tap.

private goder. Overvåkning og påvirkning av konkurransen forutsetter at myndighetene har mulighet til å gripe inn mot uheldig konsentrasjon i kvotemarkedet. Timing og varighet av utslippskvotene er også viktige regulatoriske parametre. Kvoter med lang levetid eller mulighet for utlån og innlån i kvotemarkedet, gir bedriftene større fleksibilitet i timingen av renseaktivitetene, mens kortsiktige kvoter gir myndighetene større muligheter for å regulere det totale omfanget av utslipp til enhver tid.

Når det gjelder transaksjonskostnader, vil slike kostnader bidra til redusert transaksjonsvolum hvis de marginale transaksjonskostnadene er ikke-fallende med hensyn på transaksjonsvolumet. Faste transaksjonskostnader som er betinget av transaksjonen men uavhengige av volumet, kan ha betydning for om en handel finner sted eller ikke, men vil ikke påvirke volumet av transaksjonen. Generelt vil tilstedeværelsen av transaksjonskostnader føre til at likevekten i kvotemarkedet blir avhengig av initialallokeringen siden initialallokeringen vil påvirke transaksjonsvolumet. Dette kan bety at markedstilpasningen ikke nødvendigvis vil føre til en kostnadseffektiv fordeling av kvoter siden transaksjonskostnaden kan føre til at noen ellers gjensidig fordelaktige kvotehandler blir blokkert. Dette er i motsetning til likevekten i et kvotemarked uten transaksjonskostnader som under de vanlige forutsetningene for et perfekt konkurranse-marked vil føre til en effektiv allokering i markedslikevekt⁴⁸.

Programmenes utforming kan også påvirke transaksjonskostnadene. Et årlig utslippstak kombinert med omsettelige kvoter er forholdsvis enkelt å administrere da det for hver utslippskilde kan baseres på å sammenligne faktiske og autoriserte utslipp ved slutten av året. Organiserte børser der kjøper og selger kan møtes samt velinformerte meglere kan redusere transaksjonskostnadene ved at det reduserer søkekostnadene i markedet.

⁴⁸ For en nærmere diskusjon av transaksjonskostnadenes betydning se Stavins, R. N, "Transaction costs and tradable permits", *Journal of Environmental Economics and Management*, 1995, 29(2), 133-148.

Appendiks

Karakterisering av kostnadseffektive utslippsreduksjoner.

Det antas at utslippene av de forurensende stoffene blandes uniformt i miljøet slik at de har verken et romlig eller temporalt aspekt. Vi benytter følgende notasjon

A = totalt forurensningsnivå, for eksempel pr år

a = forurensning uten noen form for menneskeskapte utslipp

e_j^o = utslipp uten noen form for rensing⁴⁹

r_j = rensing av utslipp i bedrift j

b = proporsjonalitetsfaktor mellom netto utslipp og effekt på forurensningsnivå

J = antall ulike utslippskilder (bedrifter)

$C_j(r_j)$ = rensavhengige kostnader i bedrift j der $C_j'(r_j) > 0$ for $r_j > 0$

\bar{A} = taket på de samlede utslipp.

Vi postulerer følgende sammenheng

$$(i) \quad A = a + b \sum_{j=1}^J (e_j^o - r_j)$$

Kostnadseffektivitet krever at utslippstaket \bar{A} blir realisert til minimal kostnad. Det formelle optimeringsproblemet kan da formuleres som følger:

$$\text{Min} \sum_{j=1}^J C_j(r_j)$$

⁴⁹ Rensing må her forstås vidt som alle former for tiltak med sikte på reduserte forurensende utslipp.

under restriksjonene

$$(i) \quad a + b \sum_{j=1}^J (e_j^o - r_j) \leq \bar{A}$$

$$r_j \geq 0$$

Nødvendige og tilstrekkelige betingelser (Kuhn-Tucker betingelsene) for et kostnadsminimum er gitte ved

$$(ii) \quad a + b \sum_{j=1}^J (e_j^o - r_j^*) \leq \bar{A}$$

$$(iii) \quad r_j^* \left[\frac{\partial C_j(r_j^*)}{\partial r_j} - \lambda^* b \right] = 0, \quad j=1, \dots, J,$$

$$(iv) \quad \lambda^* \left[a + b \sum_{j=1}^J (e_j^o - r_j^*) \leq \bar{A} \right]$$

$$(v) \quad r_j^* \geq 0, \lambda^* \geq 0 \quad j=1, \dots, J$$

Betingelse (ii) – (v) er betingelsene for en kostnadseffektiv fordeling av utslippsreduksjonene på de ulike forurensende bedriftene. λ^* er en såkalt skyggepris på utslippsrestriksjonen (ii) og viser reduksjonen i rensekostnadene dersom utslippstaket øker med en marginal enhet $d\bar{A}$, slik at kostnadsreduksjonen blir $(\lambda^* d\bar{A})$. Dette følger av den såkalte omhylningsegenskapen⁵⁰ ved optimale løsninger på beskrankede optimeringsproblemer. Dette innebærer at virkninger på optimale kostnader som følge av at en marginal endring i utslippstaket påvirker optimalt rensesvolum, nulles ut i optimum ved at $\frac{\partial C_j(r_j^*)}{\partial r_j} \frac{dr_j}{d\bar{A}} = 0$, slik at en bare blir stående igjen med den direkte virkningen

⁵⁰ På engelsk går dette under betegnelsen "the envelope property"

$$\frac{\partial C_j(r_j^*)}{\partial \bar{A}} d\bar{A} = -\lambda^* d\bar{A}$$

Vi ser fra (iv) at λ^* er positiv bare hvis utslippstaket er bindende. Videre ser vi fra (iii) at dersom optimal rensing r_j^* i bedrift j er positiv, er $\partial C_j(r_j^*)/\partial r_j = \lambda^* b$. Det betyr at ved en kostnadseffektiv løsning er den marginale renskostnaden lik i alle de bedriften som har positive renskostnader. Videre følger det fra (iii) at dersom $\partial C_k(0)/\partial r_k > \lambda^* b$, vil det ikke være optimalt å la bedrift k bruke penger på å redusere utslipp i en kostnads-effektiv løsning. Dersom $\lambda^* = 0$, betyr det at utslippstaket ikke er bindende ved uregulerte utslipp, slik at ingen rensing er nødvendig.

La oss så se på hvordan rensaktivitetene blir fordelt mellom bedriftene når utslippene blir regulerte ved hjelp av omsettelige kvoter.

Vi har fra spesifikasjonen av utslippstaket gitt ved (i) at volumet av kvoter, N , er gitt ved maksimalt tillatte utslipp.

$$(vi) \quad N = \sum_{j=1}^J (e_j^o - r_j) = \frac{\bar{A} - a}{b}$$

$$(vi) \quad N = \sum_{j=1}^J (e_j^o - r_j) = \frac{\bar{A} - a}{b}$$

Vi antar at den initiale allokering av utslippsretter er fordelt slik at bedrift j har q_j^o i utgangspunktet, slik at $\sum_{j=1}^J q_j^o = N$

Med en kvotepris på P vil bedrift j kjøpe eller selge kvoter for å minimere

$$\text{Min } C_j(r_j) = P(e_j^o - r_j - q_j^o)$$

Kostnadsminimum for bedrift j er karakterisert ved

$$(vii) \quad \frac{\partial C_j(r_j^*)}{\partial r_j} - P \geq 0$$

$$(viii) \quad r_j^* \left[\frac{\partial C_j(r_j^*)}{\partial r_j} - P \right] = 0$$

Fra (viii) ser vi at alle som renses, vil i optimum ha marginal renseskostnad lik kvoteprisen, og de med renseskostnader slik at $\partial C_k(0)/\partial r_k > P$ vil ikke finne det lønnsomt å renses, men vil kjøpe kvoter til alle sine utslipp utover den initiale kvoten q_k^0 . Dersom vi jevnfører betingelse (viii) for kostnadsminimerende rensing under et kvoteregime med betingelse (iii) for kostnadseffektiv fordeling av rensesaktivitetene, ser vi at et system med omsettelige kvoter realiserer en kostnadseffektiv løsning med en likevektspris i kvotemarkedet gitt ved $P = \lambda^* \mathbf{b}$. En sentral betingelse for dette resultatet er at alle aktørene i kvotemarkedet tar prisen for utslippsretter som gitt og upåvirket av deres eget salg eller kjøp av kvoter. Under forutsetningen av at prisparametrisk tilpasning holder, ser vi at kostnadseffektiviteten ved en likevekt i kvotemarkedet gjelder uavhengig av den initiale kvotefordelingen.

Concept rapportserie

Papirtrykk: ISSN 0803-9763

Elektronisk utgave på internett: ISSN 0804-5585

Lastes ned fra: www.concept.ntnu.no/publikasjoner/rapportserie

Rapport	Tittel	Forfatter
Nr. 1	Styring av prosjektporteføljer i staten. Usikkerhetsavsetning på porteføljenivå <i>Project Portfolio Management. Estimating Provisions for Uncertainty at Portfolio Level.</i>	Stein Berntsen og Thorleif Sunde
Nr. 2	Statlig styring av prosjektledelse. Empiri og økonomiske prinsipper. <i>Economic Incentives in Public Project Management</i>	Dag Morten Dalen, Ola Lædre og Christian Riis
Nr. 3	Beslutningsunderlag og beslutninger i store statlige investeringsprosjekt <i>Decisions and the Basis for Decisions in Major Public Investment Projects</i>	Stein V. Larsen, Eilif Holte og Sverre Haanæs
Nr. 4	Konseptutvikling og evaluering i store statlige investeringsprosjekt <i>Concept Development and Evaluation in Major Public Investment Projects</i>	Hege Gry Solheim, Erik Dammen, Håvard O. Skaldebø, Eystein Myking, Elisabeth K. Svendsen og Paul Torgersen
Nr. 5	Bedre behovsanalyser. Erfaringer og anbefalinger om behovsanalyser i store offentlige investeringsprosjekt <i>Needs Analysis in Major Public Investment Projects. Lessons and Recommendations</i>	Petter Næss
Nr. 6	Målformulering i store statlige investeringsprosjekt <i>Alignment of Objectives in Major Public Investment Projects</i>	Ole Jonny Klakegg
Nr. 7	Hvordan tror vi at det blir? Effektvurderinger av store offentlige prosjekt <i>Up-front Conjecture of Anticipated Effects of Major Public Investment Projects</i>	Nils Olsson
Nr. 8	Realopsjoner og fleksibilitet i store offentlige investeringsprosjekt <i>Real Options and Flexibility in Major Public Investment Projects</i>	Kjell Arne Brekke
Nr. 9	Bedre utforming av store offentlige investeringsprosjekter. Vurdering av behov, mål og effekt i tidligfasen <i>Improved Design of Public Investment Projects. Up-front Appraisal of Needs, Objectives and Effects</i>	Petter Næss med bidrag fra Kjell Arne Brekke, Nils Olsson og Ole Jonny Klakegg
Nr. 10	Usikkerhetsanalyse – Kontekst og grunnlag <i>Uncertainty Analysis – Context and Foundations</i>	Kjell Austeng, Olav Torp, Jon Terje Midtbø, Ingemund Jordanger, og Ole Morten Magnussen
Nr. 11	Usikkerhetsanalyse – Modellering, estimering og beregning <i>Uncertainty Analysis – Modeling, Estimation and Calculation</i>	Frode Drevland, Kjell Austeng og Olav Torp
Nr. 12	Metoder for usikkerhetsanalyse <i>Uncertainty Analysis – Methodology</i>	Kjell Austeng, Jon Terje Midtbø, Vidar Helland, Olav Torp og Ingemund Jordanger

Concept rapportserie

Papirtrykk: ISSN 0803-9763

Elektronisk utgave på internett: ISSN 0804-5585

Lastes ned fra: www.concept.ntnu.no/publikasjoner/rapportserie

Rapport	Tittel	Forfatter
Nr. 13	Usikkerhetsanalyse – Feilkilder i metode og beregning <i>Uncertainty Analysis – Methodological Errors in Data and Analysis</i>	Kjell Austeng, Vibeke Binz og Frode Drevland
Nr. 14	Positiv usikkerhet og økt verdiskaping <i>Positive Uncertainty and Increasing Return on Investments</i>	Ingemund Jordanger
Nr. 15	Kostnadsusikkerhet i store statlige investeringsprosjekter; Empiriske studier basert på KS2 <i>Cost Uncertainty in Large Public Investment Projects. Empirical Studies</i>	Olav Torp (red.), Ole Morten Magnussen, Nils Olsson og Ole Jonny Klakegg
Nr. 16	Kontrahering i prosjektets tidligfase. Forsvarets anskaffelser. <i>Procurement in a Project's Early Phases. Defense Aquisitions</i>	Erik N. Warberg
Nr. 17	Beslutninger på svakt informasjonsgrunnlag. Tilnærminger og utfordringer i prosjekters tidlige fase <i>Decisions Based on Scant Information. Challenges and Tools During the Front-end Phases of Projects</i>	Kjell Sunnevåg (red.)
Nr. 18	Flermålsanalyser i store statlige investeringsprosjekt <i>Multi-Criteria Decision Analysis In Major Public Investment Projects</i>	Ingemund Jordanger, Stein Malerud, Harald Minken, Arvid Strand
Nr. 19	Effektvurdering av store statlige investeringsprosjekter <i>Impact Assessment of Major Public Investment Projects</i>	Bjørn Andersen, Svein Bråthen, Tom Fagerhaug, Ola Nafstad, Petter Næss og Nils Olsson
Nr. 20	Investorers vurdering av prosjekters godhet <i>Investors' Appraisal of Project Feasibility</i>	Nils Olsson, Stein Frydenberg, Erik W. Jakobsen, Svein Arne Jessen, Roger Sørheim og Lillian Waagø
Nr. 21	Logisk minimalisme, rasjonalitet - og de avgjørende valg <i>Major Projects: Logical Minimalism, Rationality and Grand Choices</i>	Knut Samset, Arvid Strand og Vincent F. Hendricks
Nr. 22	Miljøøkonomi og samfunnsøkonomisk lønnsomhet <i>Environmental Economics and Economic Viability</i>	Kåre P. Hagen
Nr. 23	The Norwegian Front-End Governance Regime of Major Public Projects – A Theoretically Based Analysis and Evaluation	Tom Christensen
Nr. 24	Markedsorienterte styringsmetoder i miljøpolitikken <i>Market oriented approaches to environmental policy</i>	Kåre P. Hagen