



GÖTEBORGS UNIVERSITET  
HANDELSHÖGSKOLAN

---

# När industrin styr medlen

- en analys av marknadens beteende under den  
norska NO<sub>x</sub>-fonden

Av: Carl Nolander & Emelie von Bahr  
Handledare: Thomas Sterner

HT- 2011  
Kandidatuppsats, 15 Hp  
Nationalekonomiska institutionen  
Handelshögskolan vid Göteborgs Universitet

## Innehåll

<b>1. Sammanfattning</b> .....	<b>2</b>
<b>2. Syfte</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Bakgrund</b> .....	<b>3</b>
3.1 Kväveoxider och miljöproblem .....	3
3.2 NO <sub>x</sub> -fonden.....	4
3.3 Åtgärdstyper .....	7
<b>4. Metod</b> .....	<b>9</b>
4.1 Metod för analys av marginalkostnadskurvor .....	9
4.2 Metod för uträkningar .....	9
<b>5. Design av styrmedel</b> .....	<b>10</b>
5.1 Teoretisk analys av ett fondbaserat system.....	13
5.2 Jämförelse av miljöskatt, fondbaserat system och återbetald miljöavgift.....	14
5.3 Frivilliga avtal.....	15
<b>6. Analys av marginalkostnadskurvor</b> .....	<b>Fel! Bokmärket är inte definierat.</b>
6.1 Hantering av extrema observationer .....	23
<b>7. Analys av bidragsutbetalningar</b> .....	<b>26</b>
7.1 Slutverifierade bidrag .....	27
7.2 Bränslebesparingar .....	29
<b>8. Slutsats</b> .....	<b>31</b>
<b>9. Referenser:</b> .....	<b>33</b>
<b>Appendix: Regressioner</b> .....	<b>35</b>

## 1. Sammanfattning

Med målet att reducera de nationella kväveoxidutsläppen enligt Göteborgsprotokollets bestämmelser införde Norge år 2007 en skatt på 15 NOK per kilo kväveoxidutsläpp. I en reaktion mot denna skatt bildades Næringslivets NO<sub>x</sub>-fond på initiativ av de industrier som reglerades av skatten. NO<sub>x</sub>-fonden utgör ett alternativt miljöreglerande styrmedel till en traditionell miljöskatt och den främsta skillnaden är att avgiften för utsläpp betalas tillbaka till de reglerade aktörerna i NO<sub>x</sub>-fonden. Avgifterna återbetalas i form av investeringsstöd till kväveoxidreducerande åtgärder i verksamheterna. Att en miljöavgift på detta sätt återgår till de förorenande aktörerna gör att reduktionen för dem blir mindre kostsam än genom reglering av en miljöskatt. Detta underlättar för implementering av ambitiösa reduktionsmål. Jämfört med en miljöskatt utförs en större andel av reduktionen genom rening av industrin än genom minskning av produktionen vilket är intressant ur ett bredare politiskt perspektiv.

Den första avtalsperioden löpte ut i slutet av år 2010 och utvärdering av denna visar att reduktionsmålen uppnåtts. För att öka kännedomen om hur NO<sub>x</sub>-fonden fungerar som styrmedel för utsläppsreduktion vill vi med den här uppsatsen utvärdera andra aspekter av den. Vi undersöker marknadens beteende under reglering av NO<sub>x</sub>-fonden genom att beskriva hur reduktionskostnaderna varierar med mängden kväveoxidrening som marknaden utför. Vi vill också undersöka hur NO<sub>x</sub>-fonden som styrmedel, organiserat och administrerat av en branschorganisation, fungerat i fråga om distribution av bidrag till verksamheterna.

En analys av datamängden över NO<sub>x</sub>-fondens medlemmar visar att den genomsnittliga reduktionskostnaden varierar relativt mycket mellan företagen. Höga genomsnittliga reduktionskostnader kan bland annat bero på att företagen investerar i åtgärder som har andra syften bredvid NO<sub>x</sub>-reduktion. Detta gör att marginalkostnaden generellt är högre än vad den hade kunnat vara med en annorlunda sammansättning av åtgärder där direkt NO<sub>x</sub>-reducerande åtgärdstyper utgjort en större andel. Vidare analys av datamängden visar att NO<sub>x</sub>-fonden tar hänsyn till åtgärdens effektivitet vid beslut om investeringsstöd vilket uppmuntrar till att effektiva investeringar genomförs. De tar dock inte hänsyn till besparingar som görs genom åtgärderna vilket kan leda till en ineffektiv fördelning av fondens resurser.

## 2. Syfte

Den här uppsatsen utvärderar några aspekter av NO<sub>x</sub>-fonden. Vi undersöker och beskriver marknads marginalkostnadskurva för utsläppsreduktion under reglering av NO<sub>x</sub>-fonden för att analysera hur marknaden reagerar på införandet av detta styrmedel. Vi undersöker också hur NO<sub>x</sub>-fonden beslutat om bidragsutbetalningar till företagen då detta skulle kunna innebära potentiell problematik för ett program som styrs av en branschorganisation. Detta syftar till att öka kunskapen om och förståelsen för hur NO<sub>x</sub>-fonden fungerar som styrmedel för utsläppsreduktion.

## 3. Bakgrund

### 3.1 Kväveoxider och miljöproblem

Kväveoxider är en samlingsbeteckning för kemiska föreningar bestående av kväve och syre. De bildas vid förbränningsprocesser när kväve och syre utsätts för hög temperatur och högt tryck. 1900-talets industriella utveckling har orsakat stora mängder kväveoxidutsläpp vilket har fått konsekvenser för miljö och samhälle. Inom ramarna för kväveoxidreglering är kvävemonoxid (NO) och kvävedioxid (NO<sub>2</sub>) mest relevanta och de brukar i miljösammanhang betecknas NO<sub>x</sub>.

Kväveoxider som släpps ut genom förbränningsprocesser transporteras med luften över stora områden och kommer till mark och vatten genom nederbörd. NO<sub>x</sub> omvandlas genom kemiska processer till ämnen som i miljön orsakar stora problem. Ett allvarligt miljöproblem som NO<sub>x</sub>-utsläppen bidrar till är försurning som innebär att pH-värdet i mark och vatten sänks vilket är skadligt för djur- och växtliv genom både direkta och indirekta effekter. Skandinavien är extra känslig för försurning på grund av att stora delar av landmassan utgörs av urberg med låg kalciumhalt och som därmed har dålig buffringsförmåga (Claes Bernes 2001). I Sverige har stora försurningsproblem lett till hård reglering av de ämnen som orsakar försurning som till exempel en hög avgift på svaveloxidutsläpp och reglering av kväveoxider. NO<sub>x</sub>-utsläpp bidrar också till övergödning som är ett annat utbrett miljöproblem. Övergödning kan leda till masstillväxt av mikroorganismer som orsakar syrebrist i sjöar och vattendrag. Både försurning och övergödning utsätter lokala ekosystem för allvarlig stress med förändringar i artsammansättning som följd. Kväveoxider bidrar även till bildande av marknära ozon, O<sub>3</sub>, som kan vara direkt hälsoskadligt för människan. Marknära ozon är också

ett miljöskadligt ämne genom att det hämmar tillväxten hos växter vilket har orsakat stora värdeförluster för jord- och skogsbruk i Sverige och Norden. (Håkan Pleijel 2007).

Miljöpåverkan som försurning eller övergödning kan i ekonomiska termer beskrivas som negativa externa effekter. Dessa ses som externa för att en förorenande aktör inte bekostar de totala kostnaderna som verksamheten ger upphov till när miljöpåverkan är inräknad, vilket innebär att produktionen är högre än vad som är samhällsligt optimalt. Det är därför önskvärt att internalisera externa effekter så att den som förorenar får betala den totala kostnaden som produktionen ger upphov till. Detta kan exempelvis ske genom en miljöskatt, eller med ett fondbaserat system som den norska NO<sub>x</sub>-fonden.

Ur ett samhällsekonomiskt perspektiv är det intressant att undersöka den utsläppsnivå av miljöskadliga ämnen som är samhällsligt optimal. Denna nivå uppnås när den marginella miljöskadan i monetära termer är lika stor som marginalkostnaden för reduktion på marknaden. Beslutsfattare väger därför kostnader mot nytta och använder policyåtgärder för att uppnå den optimala nivån. Det är rimligt att tänka sig att beslutsfattare inte vill implementera så höga reduktionsmål att marginalkostnaden för reduktion blir mycket hög för industrin. Därför är det intressant att veta efter vilken reduktionsnivå som marginalkostnaden för reduktion börjar öka kraftigt och det är av samma anledning intressant att studera funktionens lutning mer i detalj i området mellan de mer extrema ytterområdena.

### 3.2 NO<sub>x</sub>-fonden

Göteborgsprotokollet är ett internationellt miljöavtal som syftar till att begränsa utsläpp av flera luftburna föroreningar. Det ratificerades av USA, Kanada och EUs medlemsstater år 1999 men trädde inte ikraft förrän i maj 2005. I och med detta avtal lovade Norge att reducera sina utsläpp av NO<sub>x</sub> till maximalt 156 000 ton till slutet av år 2010. Mycket snart efter att protokollet skrivits under bildades på initiativ av Miljøverndepartementet<sup>1</sup> en arbetsgrupp som hade i uppdrag att utreda Norges möjligheter till att reducera de nationella NO<sub>x</sub>-utsläppen. Gruppen bestod av Oljedirektoratet och Sjøfartsdirektoratet i ledning av Klima- og forurensningsdirektoratet<sup>2</sup>. Utredningen innebar en grundlig genomgång av den inhemska marknaden för sjöfart och fiske, olje- och gassindustrin och aktuell landbaserad industri med avseende på utsläppsmängd, möjligheter till reduktion genom olika typer av åtgärder samt

---

<sup>1</sup> Departementet inom norska regeringen som ansvarar för miljöfrågor

<sup>2</sup> Klima- og forurensningsdirektoratet är ett nytt namn för det dåvarande: *Statens Forurensningstilsyn* (SFT).

förväntad kostnad (Statens Forurensningstilsyn 2006).

Med denna utredning som underlag införde den norska staten en NO<sub>x</sub>-skatt på 15 NOK/kg NO<sub>x</sub> som blev gällande efter den första januari 2007. I en reaktion till denna skatt utformade näringslivet en alternativ regleringsmetod som fick namnet NO<sub>x</sub>-avtalen 2008-2010 och det tecknades mellan Miljøverndepartementet och 14 näringslivs-organisationer<sup>3</sup>. I och med avtalet bildades NO<sub>x</sub>-fonden som är den organisation varigenom näringslivet organiseras i fråga om NO<sub>x</sub>-reduktion. NO<sub>x</sub>-fonden har i uppgift att sörja för att näringslivet uppfyller kraven om reduktion och den administrerar också programmet. Den första perioden avslöstes av ”NO<sub>x</sub>-avtalen 2011-2017”<sup>4</sup>.

I och med NO<sub>x</sub>-avtalen har näringslivet i samråd med Miljøverndepartementet skapat ett alternativt styrmedel till den av norska staten implementerade NO<sub>x</sub>-skatten. NO<sub>x</sub>-fonden fungerar så att medlemmarna betalar en avgift per kg NO<sub>x</sub> till fonden och av dessa pengar kan medlemmar sedan ansöka om ekonomiskt stöd för NO<sub>x</sub>-reducerande investeringar i sin verksamhet. På detta sätt går NO<sub>x</sub>-fondens pengar tillbaka till dess medlemmar. Verksamheterna som inkluderas i NO<sub>x</sub>-avtalen har skyldighet att utreda sina reduktionsmöjligheter och lämna in en ansökan till NO<sub>x</sub>-fonden om bidrag för investering i NO<sub>x</sub>-reducerande åtgärder. Reduktionen i NO<sub>x</sub>-utsläpp leder till att den framtida kostnaden för utsläppen minskar på grund av att den framtida avgiftspliktiga utsläppsmängden blir mindre. Om denna kostnadsminskning är större än investeringskostnaden för åtgärden blir detta ett incitament för företagen att genomföra investeringen.

NO<sub>x</sub>-fonden jämförs ofta med det svenska NO<sub>x</sub>-reglerande programmet, Kväveoxidavgiften som är ett annat exempel på ett miljöstyrmedel där avgiften för utsläpp återges till producenten. Det svenska programmet tar på samma sätt som det norska ut en avgift per enhet NO<sub>x</sub> från de förorenande aktörerna och öronmärker intäkterna för användning inom programmet. Den främsta skillnaden mellan de två systemen är hur intäkterna distribueras tillbaka till de aktörer som regleras. I det svenska programmet får förorenaren tillbaka pengar

---

<sup>3</sup>De 14 näringslivsorganisationerna var *Byggevarerindustriens Forening, Fiskebåtrederens Forbund, Fiskeri- og Havbruksnæringens Landsforening, Fraktesfartøyenes Rederiforening, Hurtigbåtenes Rederiforbund, KS Bedrift, NHO Luftfart, NHO Reiseliv, Norges Fiskerilag, Norges Rederiforbund, Norsk Fjernvarme, Norsk Industri, Næringslivets Hovedorganisasjon, Oljeindustriens Landsforening och Rederienes Landsforening.*

<sup>4</sup>För avtalsperioden 2011-2017 tillkom KS Enterprise till näringslivsorganisationerna.

från de gemensamma intäkterna i proportion till hur mycket den producerat<sup>5</sup> (Sterner & Isaksson 2005).

Den norska NO<sub>x</sub>-fonden ska fungera enligt självkostnadsprincipen och ca 2 % av intäkterna ska gå till administrativa kostnader och resten till NO<sub>x</sub>-reducerande åtgärder. NO<sub>x</sub>-fondens styrelse tar beslut om investeringsstöd till sökande efter att utredare på NO<sub>x</sub>-fonden gjort en rekommendation baserad på DNV's professionella bedömning av ansökningar. Beslut om investeringsstöd som NO<sub>x</sub>-fondens styrelse tar, baseras inte på något tydligt regelverk. Däremot förväntas de följa vissa riktlinjer vid beslut om investeringsbidrag, som till exempel att investeringen ska vara effektiv i fråga om reduktion. DNV tar i bedömningar hänsyn till bland annat tekniska förutsättningar och åtgärdens effektivitet vilket blir till underlag för NO<sub>x</sub>-fondens beslut om stödpengar. DNV tar i bedömningar hänsyn till bland annat tekniska förutsättningar och åtgärdens effektivitet. DNV har också i uppgift att verifiera både implementering av åtgärder och NO<sub>x</sub>-utsläppen före och efter att åtgärden är färdigställd (NHO 2010). Fonden är den högsta instansen och den norska staten har varken bestämmanderätt, eller krav på representation i styrelsen.

Aktörer som inkluderas av NO<sub>x</sub>-avtalen är de som är skattepliktiga enligt den norska NO<sub>x</sub>-skatten. Som aktör har man möjlighet att ansöka om medlemskap hos NO<sub>x</sub>-fonden och genom ikraftträdandet av medlemskapet försvinner skatteplikten och NO<sub>x</sub>-fondens regler blir gällande. Avgiften för NO<sub>x</sub>-utsläpp är 4 NOK/kg för medlemmar i NO<sub>x</sub>-fonden med undantag för olje- och gasindustrin vilka betalar 11 NOK/kg. NO<sub>x</sub>-skatten (och därmed även NO<sub>x</sub>-avtalen) inkluderar aktörer med följande; a) framdrivningsmotorer med en total installerad kapacitet på mer än 750 kW, b) motorer, pannor och turbiner med en totalt installerad effekt på mer än 10 MW, c) facklor på offshoreinstallationer och anläggningar på land.

När den första avtalsperioden löpte ut i december 2010 var 648 aktörer medlemmar i NO<sub>x</sub>-fonden vilkas utsläpp motsvarade 93 % av de skattepliktiga NO<sub>x</sub>-utsläppen i Norge 2010. Totalt har 534 ansökningar blivit godkända för någon form av investeringsstöd och dessa skulle leda till en reduktion av totalt 28 000 ton NO<sub>x</sub>. Av dessa hade 313 investeringar slutverifierats av DNV i november 2011, vilka tillsammans reducerade NO<sub>x</sub>-utsläppen med ca 14 400 ton (NHO 2011, NHO 2010).

---

<sup>5</sup> Produktion mäts inom programmet i energi producerad av aktörerna.

### 3.3 Åtgärdstyper

I detta avsnitt beskrivs de olika NO<sub>x</sub>-reducerande åtgärderna som medlemmar i NO<sub>x</sub>-fonden har investerat i. *Selective Catalytic Reduction* (SCR) utgör ungefär en femtedel av de installerade åtgärderna vilket gör den till en av de vanligaste och den används i alla olika verksamhetstyper inom NO<sub>x</sub>-fonden. Åtgärden innebär att kväveoxiderna som bildas vid förbränning omvandlas till kvävgas (N<sub>2</sub>) och vatten (H<sub>2</sub>O) genom en katalytisk process. Den katalytiska funktionen sker genom ammonium eller urea vilket man tillsätter vid förbränningen. Något som utmärker SCR bland övriga åtgärder är att den installeras med enbart reduktion av NO<sub>x</sub> som syfte, medan för många av de andra åtgärderna är NO<sub>x</sub>-reduktionen en sidoeffekt av mer effektivt energianvändande (Institute of Clean Air Companies 2011).

Byte av motorer till mer effektiva och bränslesnåla modeller och ombyggnad av vissa delar i motorerna är investeringar som NO<sub>x</sub>-fonden ger bidrag för. Generellt sett leder mer effektiva motorer till minskad bränsleförbrukning, vilken i sin tur leder till minskade utsläpp av NO<sub>x</sub>. Företag har dock i många fall ansökt om pengar till motorbyten där NO<sub>x</sub>-reduktion inte var det primära syftet med investeringen, utan det har varit frågan om gamla ineffektiva motorer som hade behövts bytas ut ändå. Med bakgrund av detta har NO<sub>x</sub>-fonden ändrat sina regler för utbetalningar av stöd till motorbyten. Motorer som är äldre än 12 år har nu en gradvis minskande maxgräns på bidraget och de som är äldre än 40 år kan inte få bidrag alls (NHO 2011).

Två mer generella samlingsnamn för åtgärder finns bland ansökningarna. Med processoptimerande investeringar menas åtgärder som syftar till att effektivisera processerna hos en verksamhet. Det är ett brett begrepp men några exempel på processoptimerande åtgärder inom NO<sub>x</sub>-fonden är installation av nya elturbiner och modifikation av kompressorer för ett minskat utsläppstryck. Det andra begreppet är bränslebesparande åtgärder. Liksom processoptimering kan bränslebesparingar göras på en mängd olika sätt, men bland ansökningarna är det vanligt med byten av propellrar, installation av hybrid-elsystem samt inköp av nya bränslesnålare fartyg för att ersätta de nuvarande. Ett närliggande begrepp är ändring av bränsle till naturgasdrift. Åtgärdstypen är dock relativt ovanlig med totalt 39 ansökningar för investeringsstöd.

De tidigare beskrivna åtgärderna täcker ungefär 96 % av ansökningarna. Några åtgärder som



förekommer mer sällan är *Exhaust Gas Recirculation* (EGR) samt vatteninjektion och vattenemulsion. EGR innebär att en del av de avgaser som bildas vid förbränning cirkuleras tillbaka till motorns cylindrar. Detta leder till att temperaturen sänks vid förbränningen, och eftersom bildandet av NO<sub>x</sub> starkt beror av temperatur och tryck minskar mängden NO<sub>x</sub> när EGR har installerats. Vatteninjektion innebär att vatten tillsätts i förbränningsprocessen. Det leder till att temperaturen sänks och hålls på en jämnare nivå vilket i sin tur leder till en lägre produktion av NO<sub>x</sub>. Vattenemulsion är när vatten tillsätts i olja som mikrodroppar. Detta leder till en lägre temperatur när oljan sedan förbränns och det medför mindre utsläpp av förorenande ämnen (Hielscher 2011).

Samtliga av dessa tre tekniker liknar SCR i det att de har reduktion av NO<sub>x</sub> som primärt syfte. Dock har ingen av dem varit populära bland de sökande i NO<sub>x</sub>-fonden. NO<sub>x</sub>-fonden har sju ansökningar för EGR, åtta för vattenemulsion och fyra för vatteninjektion. Detta låga antal kan förklaras till viss del av att det rör sig om relativt nya och otestade tekniker.

Tabell 1: Åtgärder mellan verksamheter

Åtgärd	Industri			Landbaserad industri	
	Fiskefartyg	Fraktfartyg	Färjor	Landbaserad industri	Oljeindustrin
Bränsle	37	1	69	1	22
EGR	1				6
Gas		16	2	16	5
Motor	44	26	27		38
Process				12	35
SCR	42	23	2	6	91
Vatten	3	5	1		3

Denna tabell redovisar åtgärdernas frekvens och dess spridning mellan de olika sektorer som regleras. SCR är den enda åtgärd som finns inom alla verksamhetstyper medan processoptimeringar finns enbart inom landbaserade verksamheter. Övriga åtgärder har viss spridning mellan verksamheterna.

I ovan tabell och i resten av uppsatsen har vissa åtgärder räknats samman. Dessa är vatteninjektion och vattenemulsion, gas-investeringar för fartyg och gas-investeringar för landbaserade verksamheter, samt motorbyten och motorombyggnader. Åtgärderna behandlas gemensamt för att de till stor del liknar varandra, och antalet observationer är dessutom för få för att separata jämförelser skulle vara intressanta.

## 4. Metod

### 4.1 Metod för analys av marginalkostnadskurvor

Uppsatsens beräkningar baseras på data från den norska NO<sub>x</sub>-fonden för perioden 2008 - 2010. Varje observation i datamängden representerar en åtgärd och innehåller information om utsläppsreduktion, åtgärdens investeringskostnad, storlek på NO<sub>x</sub>-fondens subvention, med mera. Datan är över de verksamheter som har ansökt om att göra investering och om investeringsstöd från NO<sub>x</sub>-fonden. Det betyder att vi inte har data för de verksamheter som är medlemmar i NO<sub>x</sub>-fonden men som inte ansöker om bidrag. Detta innebär att vi exempelvis inte kan studera NO<sub>x</sub>-fondens utgifter och inkomster i detalj, eller den reglerade marknadens totala utsläpp och marginalkostnad.

Marginalkostnadskurvorna har gjorts genom att vi aggregerat marknadens marginalkostnad där vi börjar med den observation som har lägst genomsnittlig reningskostnad, och adderar sedan observationernas reduktionsmängd i ordningen stigande genomsnittlig reningskostnad. På det sättet får vi en graf med marknadens totala reduktion i stigande reningskostnad. De förklarande funktionerna är gjorda genom regression där vi för varje graf testat olika variabler för att hitta den funktion som bäst förklarar grafens utseende. Här har vi tagit hänsyn till regressionernas justerade determinationskoefficienter ( $R^2$ , som är ett mått på funktionens förklaringsgrad) och variablernas signifikans. Vid val av funktion har vi också tagit hänsyn till hur väl dess utformning stämmer överens med grafens mönster så att funktionen får en rimlig tolkning.

### 4.2 Metod för uträkningar

De formler som används för beräkning av aktörernas reduktionskostnader förklaras här. För uppskattning av marginalkostnader och kostnadseffektivitet har genomsnittlig reningskostnad ( $K_i$ ) i kronor<sup>6</sup> per kilo använts. Kostnaden har räknats ut som följer:

$$K_i = \frac{I_i * d + u_i - b_i}{R_i} \quad (1)$$

Där  $I_i$  är investeringskostnad<sup>7</sup>,  $u_i$  är årliga ureakostnader för SCR,  $b_i$  är årliga bränslebesparingar och  $R_i$  är reduktion av NO<sub>x</sub> i kilogram.  $d$  är en diskonteringsfaktor

<sup>6</sup> Observera att med kr här menas norska kronor (NOK) där inte annat anges.

<sup>7</sup> Verifierade investeringskostnader har använts där det är möjligt. I annat fall har den uppskattade investeringskostnaden använts.

baserad på investeringens livslängd där:

$$d = \frac{(1+r)^{T_i}}{(1+r)^{T_i-1}} \quad (2)$$

$r$  är en räntesats och  $T_i$  är investeringens förväntade livslängd. Storleken på  $r$  är i beräkningarna 7 procent vilket har baserats på antaganden av DNV<sup>8</sup> och Statens Forurensningstilsyn (2006). Investeringens livslängd kan dock vara svår att uppskatta objektivt och företaget har här visst utrymme att påverka sina reduktionskostnader.

För att få resultat där besparingar från minskad bränsleanvändning är exkluderad har  $b_i$  ignorerats i vissa fall. Detta anges som  $K_i^b$ .

$$K_i^b = \frac{(I_i * d + u_i)}{R_i} \quad (3)$$

Beteckning för NO<sub>x</sub>-fondens utbetalade bidrag eller subvention<sup>9</sup> är  $S_i$  för subventionen i absolut begrepp och  $s_i$  när den presenteras som andel av företagens investeringskostnad. I de fall då bidraget subtraherats från investeringskostnaden för att beräkna företagets slutliga kostnad för investeringen anges det som  $K_i^s$ . I de fall ureakostnader finns räknas bara 10 % av dessa med eftersom NO<sub>x</sub>-fonden ger ersättning för urea. Detta stöd sammanfaller ungefär med marknadspriset på urea men NO<sub>x</sub>-fonden betalar bara upp till 90 % av kostnaderna.

$$K_i^s = \frac{(I_i - S_i) * d + (0,1 * u_i) - b_i}{R_i} \quad (4)$$

## 5. Design av styrmedel

I detta avsnitt beskrivs teorin kring skattebaserade system, fondbaserade system och återbetalda miljö-avgifter utifrån hur företagen förväntas agera under reglering av respektive program. Det redogörs genom företagens förväntade produktionskostnadsfunktion och dess optimeringsvillkor med avseende på utsläpp och produktion.

Modellerna gäller en mängd företag som producerar samma sorts vara i kvantiteten  $q_i$  på en konkurrensutsatt marknad så att företagen möter ett marknadspris,  $p$ . Företagen är vinst-maximerande enligt ekonomisk tradition. Produktionen orsakar miljöskadliga utsläpp,  $e_i$ .

<sup>8</sup> DNV; förkortning för Det Norske Veritas som är en oberoende utredande och kontrollerande stiftelse.

<sup>9</sup> Verifierande bidragsutbetalningar har använts där det är möjligt. I annat fall har 85% av den angivna högsta bidragsnivån för varje investering använts. Detta eftersom 0,85 är den genomsnittliga kvoten för verifierade bidrag och bidragstak, bland de observationer där verifierad data finns.

Företagen kan investera i utsläppsreducerande åtgärder,  $I_i$ , (här är  $I_i$  investeringskostnad). Utsläppen för det enskilda företaget är en funktion av produktion och utsläppsreducerande investeringar,  $e_i(q_i, I_i)$ .

### Modell för ett skattebaserat system

$$\text{Produktionskostnadsfunktion: } \pi_i = p_i q_i - c_i(q_i) - I_i - t e_i(q_i, I_i) \quad (5)$$

$p_i$  är marknadspriset för varan  $q_i$ ,  $t$  är skatteavgiften per utsläppsenhet,  $c_i(q_i)$  är produktionskostnadsfunktionen och  $e_i(q_i, I_i)$  är utsläppsfunktionen. Vi förväntar oss att funktionerna  $c_i(q_i)$  och  $e_i(q_i, I_i)$  har följande egenskaper;  $c'_i(q_i) > 0$ ,  $c''_i(q_i) > 0$ ,  $e'_{iq}(\cdot) > 0$ ,  $e''_{iq}(\cdot) > 0$ ,  $e'_{iI}(\cdot) < 0$ ,  $e''_{iI}(\cdot) > 0$ .

Optimeringsvillkor för ett skattebaserat system:

$$\frac{1}{-e'_{iI}(q_i, I_i)} = t \quad (6)$$

$$\frac{p_i - c'_i(q_i)}{e'_{iq}(q_i, I_i)} = t \quad (7)$$

Funktion 6 förklarar den utsläppsmängd som ger företaget optimal vinst när det regleras under en miljöskatt vilket är den utsläppsmängd då marginalkostnaden för utsläppsreduktion, (här kallat marginalbesparing<sup>10</sup>, MB) är samma som marginalkostnaden för utsläpp,  $t$ . Funktion 7 förklarar den optimala produktionsmängden för företaget vid skatten  $t$ . Eftersom produktionskostnaden ökar till följd av den tillförda skatten, förändras företagets optimala produktionsnivå. Den blir istället där marginalkostnaden för att genom produktionsminskning undvika att släppa ut en enhet är samma som marginalkostnaden för att släppa ut en enhet,  $t$ .

### Modell för ett fondbaserat system

$$\text{Produktionskostnadsfunktion: } \pi_i = p_i q_i - c_i(q_i) - (1 - s)I_i - t e_i(q_i, I_i) \quad (8)$$

$$s = \frac{tE}{I} \quad (9)$$

$$I = \sum_{i \in F} I_i$$

$$E = \sum_{i \in F} e_i$$

Produktionsfunktionen för det fondbaserade systemet skiljer sig från produktionsfunktionen

<sup>10</sup> Marginalbesparing är här fritt översatt från engelskans *marginal savings*.

för det skattebaserade systemet genom att investeringarna multipliceras med faktorn  $(1 - s)$  där  $s$  är en subvention från fonden som täcker en andel av företagets investeringskostnad. Enligt modellen är  $s$  samma för alla medlemmar vilket skulle innebära att alla medlemmar får lika stor andel av sin investeringskostnad subventionerad men i praktiken ser det annorlunda ut då fonden gör individuella bedömningar om subventioner där de bland annat tar hänsyn till investeringens effektivitet. Vi ser också, vilket skulle kunna vara problematiskt, att  $s$  bestäms endogen i modellen då  $s$  måste uppfylla restriktionen i funktion 9 men detta blir i praktiken inte ett problem på grund av att möjligheten till relativt säkra och stabila uppskattningar gör  $s$  närmast exogen.

Optimeringsvillkor för ett fondbaserat system:

$$\frac{1}{-e'_{II}(q_i, I_i)} = \frac{t}{(1-s)} \quad (10)$$

$$\frac{p_i - c'_i(q_i)}{e'_{iQ}(q_i, I_i)} = t \quad (11)$$

Den vinstoptimerande utsläppsnivån (funktion 10) uppnås i det fondbaserade systemet då marginalbesparingen är lika stor som  $\frac{t}{(1-s)}$ . Detta förändrar företagets agerande vid en jämförelse med det skattebaserade systemet.

### Modell för återbetalda miljöavgifter

Enligt systemet för återbetalda miljöavgifter ges avgifterna tillbaka till företagen som regleras under programmet i proportion till marknadsandelen producerad av det enskilda företaget.

Produktionskostnadsfunktion:  $\pi_i = p_i q_i - c_i(q_i) - I_i - t e_i(q_i, I_i) + \sigma_i t$  (12)

$$\sigma_i = \frac{q_i}{Q}$$

$$Q = \sum_{i \in F} q_i$$

Vi ser att produktionsfunktionen liknar den för det skattebaserade systemet men termen  $\sigma_i t E$  har tillkommit vilket är den subvention som företaget mottar där  $\sigma_i$  är företagets marknadsandel av produktionen.

Optimeringsvillkor för återbetalda miljöavgifter:

$$\frac{1}{-e'_{II}(q_i, I_i)} = t(1 - \sigma_i) \quad (13)$$

$$\frac{p_i - c'_i(q_i)}{e'_{iQ}(q_i, I_i)} = t(1 - \sigma_i) \left(1 - \frac{E}{Q e'_{iQ}(q_i, I_i)}\right) \quad (14)$$

Den vinstoptimerande utsläppsnivån (funktion 13) uppnås under Kväveoxidavgiften när företagets marginalbesparing är lika med  $t(1 - \sigma_i)$ . Här förändras även den optimala produktionsnivån (funktion 14) vid jämförelse med det skattebaserade systemet. Optimal produktionsnivå uppnås då marginalkostnaden för att genom produktionsminskning undvika att släppa ut en enhet är lika med skatten,  $t$ , multiplicerat med två faktorer; marknadsandelen,  $(1 - \sigma_i)$ , och  $(1 - \frac{E}{Q_{e_{iq}}(q_i, I_i)})$  som är företagets relativa utsläppsintensitet (d.v.s. utsläpp per produktionsenhet) jämfört med genomsnittet.

### 5.1 Teoretisk analys av ett fondbaserat system

Modellen för ett skattebaserat system visar att ett företag reducerar sina utsläpp optimalt till den nivå då företagets marginalsparande är lika med skatten. Detta ger enligt miljöekonomisk teori en effektiv allokering av utsläppsreduktionen med vilket menas att reduktionen utförs där det är billigast på marknaden. På engelska kallas denna princip om samhällsekonomisk effektivitet för *equimarginal principle* och den anses önskvärd för ett styrmedel att uppnå eftersom man därmed minimerar välfärd förlust i samhället. Equimarginal principle uppnås med det skattebaserade systemet om företagen på marknaden möts av samma skattenivå. Om istället företagen möts av olika stora skattenivåer, väljer företagen sin optimala utsläppsnivå motsvarande olika stora marginalbesparingar. Det innebär att en del av reduktionen som utförs hade kunnat göras billigare hos en annan aktör och man får därför en ineffektiv allokering av utsläppsreduktion på marknaden.

Ett företag som regleras av ett fondbaserat system reducerar sina utsläpp enligt optimeringsvillkoret (se ekvation (10)), till en nivå då företagets marginalbesparing är lika med  $\frac{t}{(1-s)}$ . Här ser vi att om storleken på subventionen (i andel av investering) varierar mellan olika företag, kommer vi att få samma effekt på allokeringen av reduktion som när företagen möts av olika stora skatter. Detta skulle kunna innebära en effektivitetsförlust då företagens kostnader för reduktion av NO<sub>x</sub> kan komma att variera kraftigt. Samma resonemang går att föra gällande kostnadseffektiv allokering för återbetald miljöavgift. Ett företag som regleras av ett sådant program reducerar sina utsläpp optimalt till den nivå då dess marginalbesparing är lika med  $t(1 - \sigma_i)$ . Om  $\sigma_i$ , företagets marknadsandel av produktionen, är olika stora för företagen, innebär det att företagen reducerar utsläpp till olika stora marginalbesparingar vilket på samma sätt som tidigare innebär att allokeringen av utsläppsreduktionen kan vara

ineffektiv.

I praktiken varierar  $s$  och  $\sigma_i$  mellan företagen vilket innebär att de uppmuntras till att reducera sina utsläpp till olika stora marginalbesparingar och det ger enligt *equimarginal principle* en ineffektiv allokering av reduktionen på marknaden. För det svenska programmet, Kväveoxidavgiften, är detta inte något reellt problem och det kommer av att  $\sigma_i$  varierar för lite mellan de medverkande företagen för att påverka utfallet av den optimala marginalbesparingen i någon större utsträckning<sup>11</sup>.

För NO<sub>x</sub>-fonden blir skillnaden i optimala utsläppsnivåer mellan företagen större. Subventionen i andel av investering varierar kraftigt mellan företagen, ( $0.0008 < s < 1.08$ ). Detta får stora effekter i ekvationen och optimeringsvillkoret,  $MB \left[ = \frac{1}{-s'_{ij}(q_{ij}t_i)} \right] = \frac{t}{(1-s)}$ . För olje- och gasindustrin som har en avgift,  $t$ , på elva kronor per kilo NO<sub>x</sub>, varierar den optimala marginalbesparingen för olika företag mellan ca 11 och 302 NOK. För den resterande delen av marknaden med en avgift på fyra kronor per kilo NO<sub>x</sub> varierar den optimala marginalbesparingen för företagen mellan ca 4 och 110 NOK.

## 5.2 Jämförelse av miljöskatt, fondbaserat system och återbetald miljöavgift

Reglering genom ett fondbaserat system och genom en återbetald miljöavgift innebär i båda fallen att den avgift för utsläpp som betalas av de förorenande aktörerna återgår till medlemmar i programmet. Det innebär att dessa program inte ger någon skatteinkomst till staten. Vid en jämförelse med miljöskatten, har detta flera effekter. Skatter är ofta motarbetade av de aktuella förorenande aktörerna eftersom skatten för dem ofta medför stora kostnader för reduktion och för utsläpp. I ett regleringsprogram där avgifterna går tillbaka till den förorenande industrin blir de totala kostnaderna för utsläppsregleringen generellt mindre för de medverkande aktörerna. Detta bidrar till att det för beslutsfattare kan vara lättare att implementera ett sådant program jämfört med en miljöskatt. Det följer av att de reglerade aktörerna tenderar att investera mindre i lobbyverksamhet som syftar till att motarbeta implementering av skatt, alternativt för en lägre skattenivå. Detta innebär också att det kan

<sup>11</sup> Egna beräkningar har gjorts baserade på data från Söderström (2011) där den optimala marginalbesparingen enligt optimeringsvillkoret för utsläpp varierar mellan ca 10 kr och 10,3 kr för de företag med minst respektive störst produktionsmarknadsandel.

vara lättare att implementera ambitiösa reduktionsmål med ett återbetalningsbart program (Sterner, Isaksson 2005). I vissa fall kan det totalt sett bli lönsamt för företagen att regleras under denna typ av program vilket kan legitimera lobbyism för högre miljöavgifter och mer ambitiösa reduktionsmål (Sterner och Fredriksson, 2005).

Genom att titta på modellerna för programmen kan vi teoretiskt härleda vad som beskrivits ovan. Vid jämförelse av modellerna för skattens och det fondbaserade systemets optimeringsvillkor, funktion (6) och (10), ser vi att om de båda systemen har samma skattenivå,  $t$ , uppnås en högre reduktion med det fondbaserade systemet på grund av subventionen till  $\text{NO}_x$ -reducerande investeringar. Detta följer av att marginalbesparingen enligt optimeringsvillkoret för utsläpp inom det fondbaserade systemet, ekvation (10), sätts lika med  $\frac{t}{(1-s)}$  vilket motsvarar en högre reduktion än om den sätts lika med  $t$  (för  $s > 0$ ). En annan tolkning är att det för det fondbaserade systemet är mindre kostsamt för företagen att uppnå en specifik reduktionsmängd än genom det skattebaserade systemet.

Vid en jämförelse av de tre miljöreglerande styrmedlen är det intressant att undersöka hur den reglerade industrins produktion påverkas av respektive program. Under antagandet att alla programmen har samma reduktionsmål blir reduktionen generellt mindre kostsam för företagen som regleras av ett återbetalningsbart program än av en miljöskatt. På detta sätt blir produktionskostnaderna mindre påverkade än av en miljöskatt. Av detta följer att produktionen under ett återbetalningsbart program påverkas mindre än under en miljöskatt. Det innebär att genom ett återbetalningsbart program kan samma reduktionsnivå uppnås som med en miljöskatt fast med en större andel reducerad genom åtgärder och investeringar än genom produktionsminskning. Detta är intressant ur ett bredare politiskt perspektiv då det är önskvärt av samhällsekonomiska skäl att minimera de negativa effekterna på produktionen eftersom det har påverkan på sysselsättning och andra socioekonomiska faktorer.

### 5.3 Frivilliga avtal

$\text{NO}_x$ -fonden kan ses som ett exempel på ett förhandlingsavtal mellan offentlig myndighet och industri. Detta är en typ av frivilligt avtal som vanligtvis uppkommer efter, och i reaktion mot, att en policyåtgärd implementerats av myndigheterna som i regel är relativt kostsamt för företagen. Ofta innebär ett sådant avtal att ansvaret för utsläppsreduktion övergår från myndighet till industri. Avtalen är vanligtvis utformade så att om näringslivet inte uppnår



reduktionsmålen återgår den tidigare miljöpolicy att gälla.

Företagens nytta av ett sådant avtal utgörs främst av att reduktionen blir mindre kostsam för företagen. Myndigheterna å andra sidan har inte lika tydliga motiv till att ingå ett frivilligt avtal med näringslivet på detta sätt. Dirk Schmeltzer (1999) skriver att myndigheterna undviker flera stora kostnadsposter såsom kontroll och övervakning av utsläpp och avgifter. Camilla Nore (2011) förklarar myndigheternas beteende bland annat med att det finns en rädsla för offentlig kritik om reduktionsmålen inte uppfylls vilket gör att myndigheterna tenderar att överlåta ansvaret på annan part. En annan förklaring beskrivs av McEvoy & Stranlund (2010) som menar att ett frivilligt avtal där näringslivet tar över ansvar för utsläppsminskning kan reducera eventuella konflikter mellan myndighet och industri.

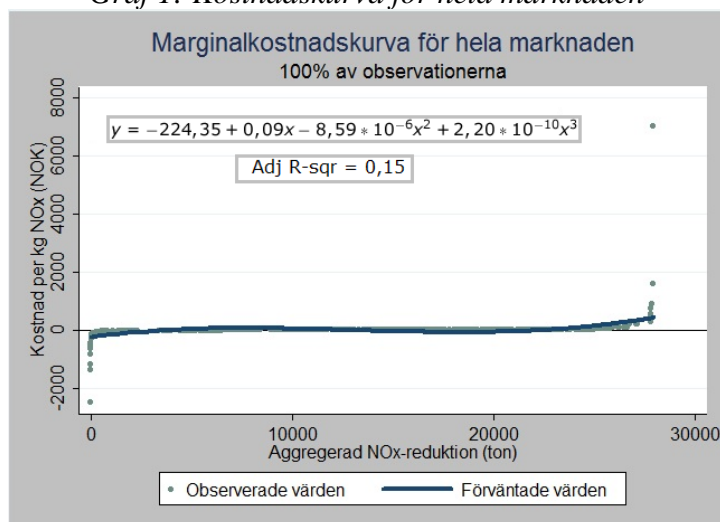
Vid utvecklandet av frivilliga avtal kan det politiska klimatet ha stor betydelse för programmets effektivitet. Hansen (1999) visar att om branschorganisationer har stort inflytande över den politiska processen kan det vara svårt för myndigheterna att genomdriva ambitiösa reduktionsmål vilket då kan leda till att programmet inte totalt sett höjer välfärden. Med företags inflytande över politiska processer menas att de till exempel kan hota om att flytta sin verksamhet utomlands om en viss policyåtgärd implementeras. Sterner & Isaksson (2005) kommenterar att reglerande myndigheter i utvecklingsländer oftare saknar tillräcklig politisk makt för att motstå hot från industrier där det också är viktigare ur politisk synvinkel att företagen inte går i konkurs eller lämnar landet.

## 6. Analys av marginalkostnadskurvor

I detta avsnitt redovisas marginalkostnadsfunktionerna grafiskt tillsammans med respektive regressionsresultat. Marginalkostnadsfunktionerna har vi skapat för att beskriva marknadens kostnad för reduktion och för att kunna prediktera marginalkostnaden för olika mängder NO<sub>x</sub>-reduktion på marknaden. När vi presenterar hela marknadens kurva har vi valt att göra flera grafer där olika stor del av datamängden tagits med. Detta har vi gjort delvis för att vissa värden kan ses som extrema och missvisande, och delvis för att kunna undersöka marginalkostnadskurvorna i olika detaljnivå. Ju större observationsmängd grafen innehåller desto bättre förklarar den hela marknadens beteende men samtidigt innebär de stora skillnaderna mellan observationerna att det är svårt att förklara marknadens marginalkostnad med en funktion. Om vi istället är intresserade av hur kurvan beter sig i ett visst område, kan vi plocka bort observationer och få en mer i detalj anpassad funktion.

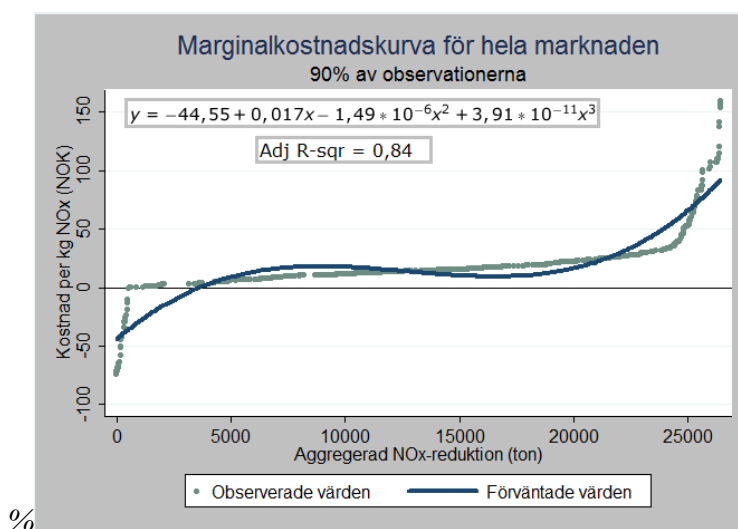
De funktioner vi framtagit som bäst förklarar variationen i graferna innehåller en konstant (a), en linjär term (b), en andragradsterm (c) och en tredjegradssterm (d). Detta skrivs som  $y = a + bx + cx^2 + dx^3$  där y är genomsnittlig reduktionskostnad för NO<sub>x</sub> och x är aggregerad reduktion av NO<sub>x</sub> för den datamängd som behandlas (för fullständiga regressionsresultat se appendix). Vi har gjort fem olika grafer för den totala marknaden för att tydligt illustrera dess variation. Den första grafen behandlar hela datamängden. I de följande fyra graferna har datamängden begränsats till 90, 80 och 70 % och vi har gjort en graf där funktionen är linjär ( $y = a + bx$ ) för en datamängd på 70 %. I de grafer där datamängden begränsats har de största positiva och negativa observationerna tagits bort.

Graf 1: Kostnadskurva för hela marknaden



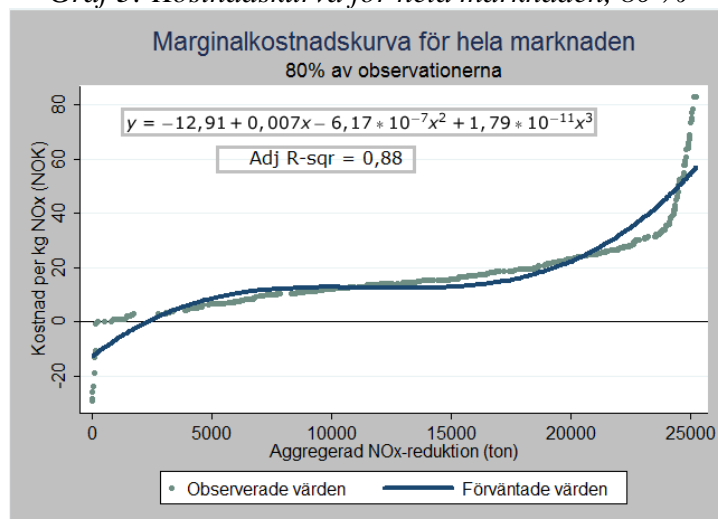
Grafen ovan innehåller samtliga observationer från datamängden och den får illustrera den extrema spridningen av reduktionskostnader bland medlemmar i NO<sub>x</sub>-fonden. Det är svårt att urskilja grafens utseende i detalj när samtliga observationer medtagits eftersom intervallet för reduktionskostnader är mycket stort, mellan -2 000 och 7 000 kr och funktionen blir därmed grövre anpassad till observationerna. En stor andel av observationer har i relation till extremvärdena en reduktionskostnad nära 0 kr. Vad som dock går att urskilja ur grafen är att vid en viss punkt blir ökningen i y-led exponentiell medan ökningen i x-led nästan stannar av. Ett liknande mönster syns bland de negativa observationerna.

Graf 2: Kostnadskurva för hela marknaden, 90



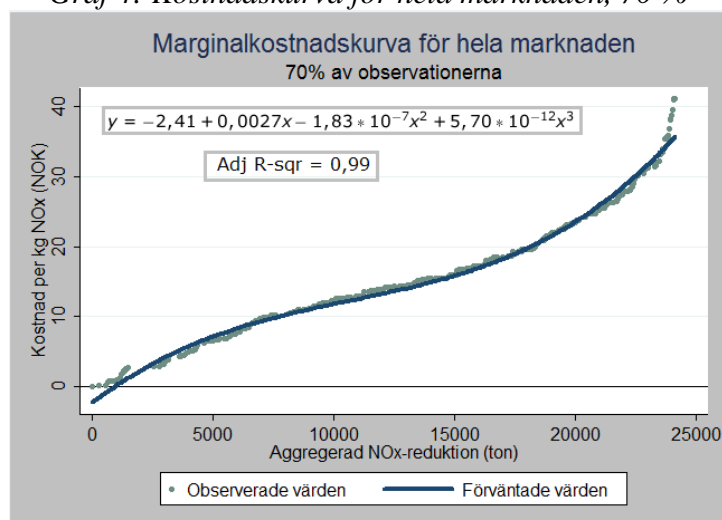
För denna graf som innehåller 90 % av observationerna är kostnadsintervallet mycket mindre, mellan -70 och 150 kr/kg. När de mest extrema värdena borttagits visas mer detaljerad information om variationen i grafen. Liksom i grafen för 100 % syns det att observationerna efter en stark positiv lutning i början, rör sig i ett nästan linjärt mönster för att sedan, ungefär när y är 40, öka kraftigt. Den predikterade kurvans mönster är något missvisande då de observerade reduktionskostnaderna aldrig minskar när kurvan rör sig högerut i x-led. Formen är en konsekvens av att det finns så många höga och låga observerade värden vilket förstärker funktionens mönster.

Graf 3: Kostnadskurva för hela marknaden, 80 %



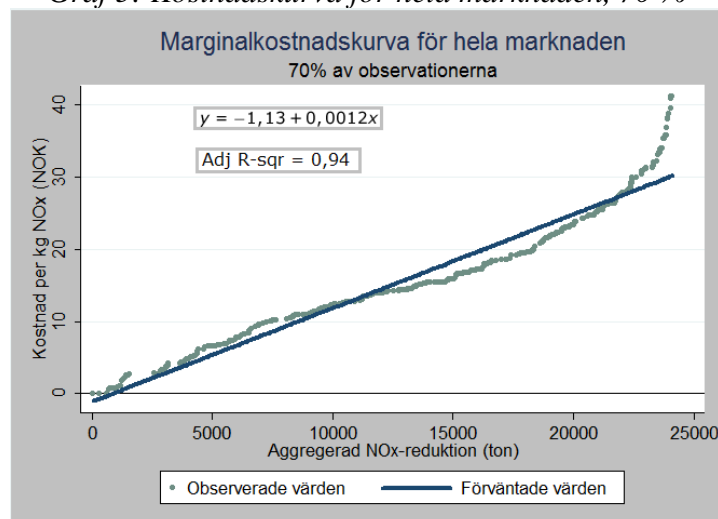
Grafen ovan innehåller 80 % av observationerna och vi ser att den predikterade funktionen följer samma mönster som i grafen för 90 %, fast något mer linjärt. Det betyder också att den predikterade kurvan förklarar förändringen bättre i grafen än de två tidigare graferna. Vid en jämförelse av graferna ser vi ett generellt mönster och det är att ju fler observationer vi tar bort desto bättre förklaringsgrad har den predikterade funktionen.

Graf 4: Kostnadskurva för hela marknaden, 70 %



När 30 % av observationerna har tagits bort beskrivs den del av grafen som är mellan de mer extrema ytterområdena. Vi ser att förklaringsgraden för den predikterade kurvan nu är mycket hög, det vill säga att funktionen förklarar variationen i de observerade värdena mycket bra. Något vi kan tyda nu, som inte varit tydligt i de tidigare graferna är att relativt få observationer har en reduktionskostnad nära 0, och att en mycket stor del av dem har kostnader mellan 10 och 20 NOK.

Graf 5: Kostnadskurva för hela marknaden, 70 %



Denna graf innehåller 70 % av datamängden liksom den förra men här har den predikterade funktionen gjorts linjär ( $y = a + bx$ ) istället för kubisk. Detta för att på ett enklare sätt beskriva den huvudsakliga förändringen och lutningen i grafen. Här är förklaringsgraden för den predikterade kurvan något lägre än i den förra grafen men den är fortfarande hög.

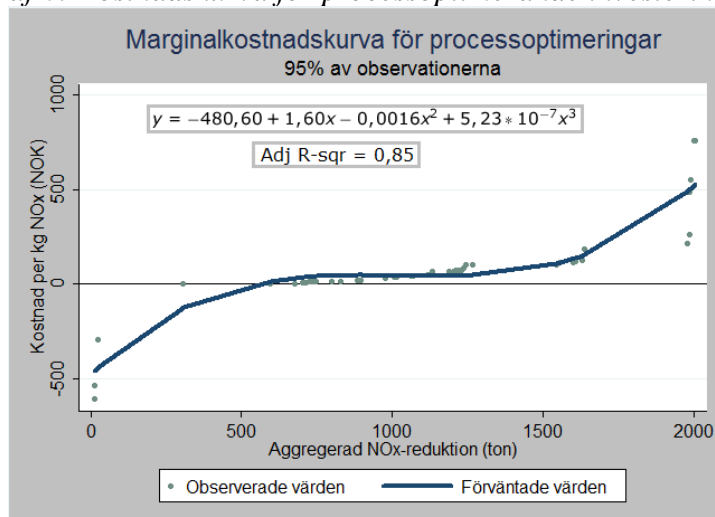
Tabell 2: Regressionskoefficienter

Antal observationer	Konstant	Linjär term	Andra grad	Tredje grad
100%	-224,35	0,09	$-8,59 * 10^{-6}$	$2,20 * 10^{-10}$
90%	-44,55	0,017	$-1,49 * 10^{-6}$	$3,91 * 10^{-11}$
80%	-12,91	0,007	$-6,17 * 10^{-7}$	$1,79 * 10^{-11}$
70%	-2,41	0,0027	$-1,83 * 10^{-7}$	$5,70 * 10^{-12}$
70% - Linjär	-1,13	0,0012	X	X

I denna tabell redovisas regressionsresultaten för de olika graferna över hela marknaden. Här visas funktionernas värden på parametrarna för de olika termerna i ekvationen. Detta är för att lättare kunna jämföra grafernas funktioner.

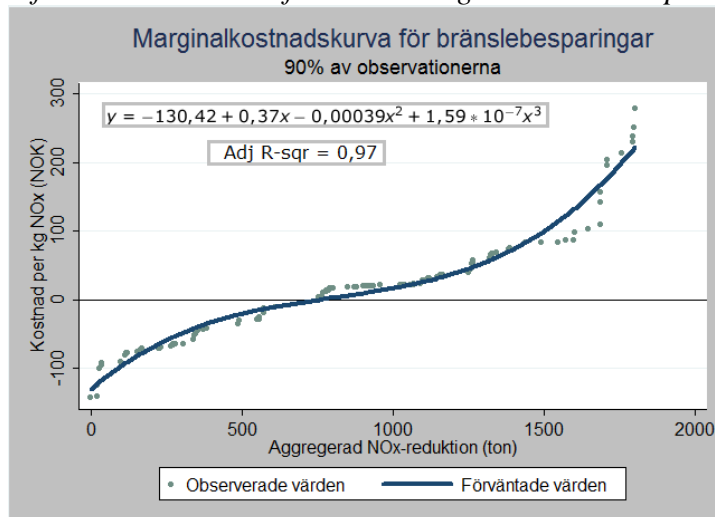
Följande grafer beskriver den aggregerade marginalkostnaden för de olika åtgärdstyperna. Ingen graf har gjorts för EGR då antalet observationer var för få, och på det sätt som har beskrivits tidigare har några av åtgärdstyperna redovisats gemensamt.

Graf 6: Kostnadskurva för processoptimerande investeringar



I grafen för processoptimerande investeringar har 5 % av observationer strukits. Det är i praktiken 2 observationer och de har tagits bort för att de haft orimligt höga reningskostnader och de får därför ses som extremvärden. Grafen följer samma mönster som hela marknaden. Något som är intressant för denna graf är dess stora spridning i reduktionskostnad, mellan ca -600 till 700 kr/kg, trots att det är relativt få observationer för processoptimerande investeringar.

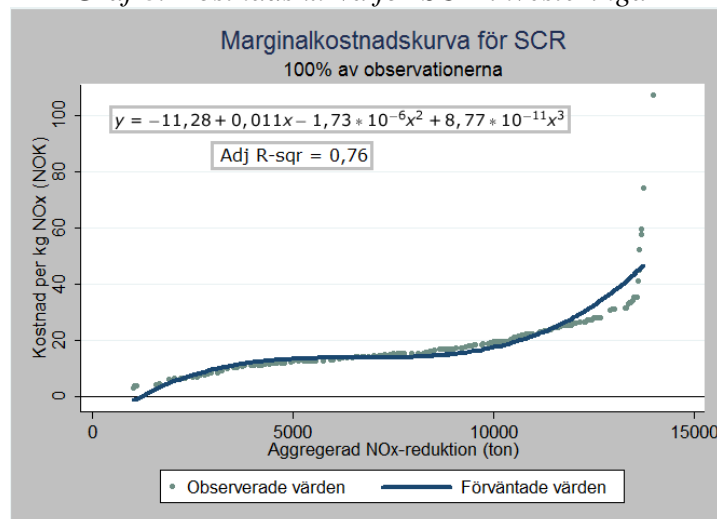
Graf 7: Kostnadskurva för investeringar i bränslebesparing



Även kostnadsintervallet för bränslebesparande investeringar är relativt stort, mellan ca -100 och 300 kr/kg. I denna graf har 10 % av observationerna tagits bort med samma motivering som i grafen för processoptimering. De höga reduktionskostnaderna förklaras av att bränslebesparande åtgärder inte leder till en lika stor minskning av kväveoxider som andra åtgärdstyper. De utgör 20 % av alla observationer men står enbart för 10 % av utsläppsminskningarna. Det faktum att det även finns många bränslebesparande åtgärder som har låga

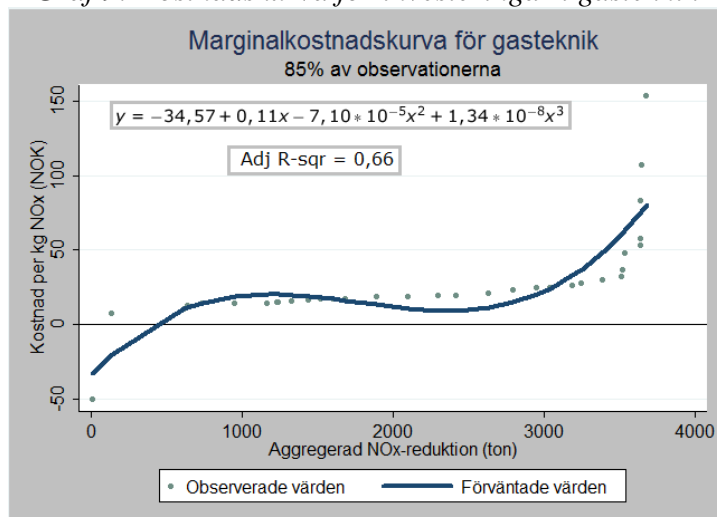
och till och med negativa kostnader beror på att besparingarna till följd av minskad bränsleförbrukning har räknats in i funktionen.

Graf 8: Kostnadskurva för SCR-investeringar



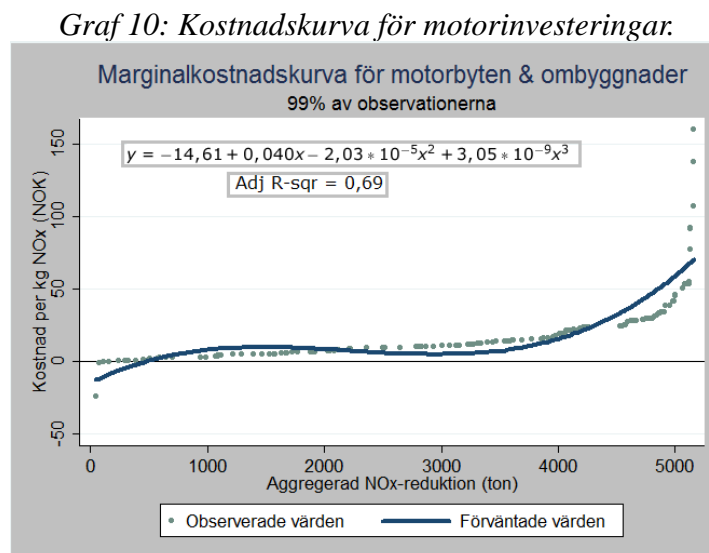
I grafen för investeringar i SCR har alla observationer inkluderats. Inga negativa observationer finns för SCR då dessa investeringar inte leder till några besparingar. Kostnadsspridningen är mindre än för andra investeringstyper och SCR har generellt sett en låg reningskostnad. Några observationer avviker dock ganska kraftigt vilket kan tydas i grafen.

Graf 9: Kostnadskurva för investeringar i gasteknik



Grafen för investeringar i gasteknik följer samma mönster som grafen för hela marknaden. Då investeringar i gasteknik enbart utgör ca 7 % av alla observationer är det svårt att dra några starka slutsatser från grafen. Här har 15 % av de största och minsta värdena plockats bort för att tolkningen av funktionen bättre stämmer överens med grafen. Liksom för den predikterade kurvan i graf 2 är mönstret något missvisande då en punkt till höger i x-led aldrig är nedanför

en punkt till vänster, men över lag förklarar funktionen förändringen i de observerade värdena relativt bra. Reningskostnaden är generellt sett låg för dessa åtgärder, och vissa har negativ kostnad, då bytet till gasteknik leder till minskade bränslekostnader. Gas utgör en förhållandevis stor del av den totala reduktionen, cirka 13 %.



Motorbyten och ombyggnader har generellt sett låga reduktionskostnader, men inte speciellt många negativa poster. I denna graf har 1 % av observationerna tagits bort då den motsvarande observationen fick ses som ett extremvärde. Den predikterade funktionen följer samma mönster som hela marknaden.

### 6.1 Hantering av extrema observationer

I datamängden finns flera värden som skiljer sig kraftigt från resten av observationerna och i några fall är de till synes orimligt stora eller små. Det finns ett antal anledningar som skulle kunna förklara att skillnaden är så betydande. För det första skulle det kunna röra sig om kraftigt avvikande omständigheter hos dessa aktörer som gör att de skiljer sig från mängden. För det andra skulle det kunna röra sig om felräkningar från vår eller aktörernas sida. Slutligen skulle det också kunna handla om medveten felrapportering i syfte att antingen manipulera NO<sub>x</sub>-fondens agerande, eller för att försöka få pengar till andra investeringar än NO<sub>x</sub>-reduktion.



*Tabell 3: Extrema observationer i datamängden*

Ansökningsnummer	Reducerad mängd NO <sub>x</sub> i kg	Reduktionskostnad i NOK	Verifierad investeringskostnad i NOK	Verifierat bidrag i NOK
146.02	1 400	549	7 000 000	70 000
198	10 700	580,0	77 000 000	Ej verifierad
489	12 400	752,7	85 000 000	Ej verifierad
146.15	2 900	757,2	20 000 000	Ej verifierad
652	19 700	900,1	220 000 000	Ej verifierad
146.01	76 000	1 589,2	1 100 000 000	3 800 000
146.06	4 700	7 008,5	300 000 000	235 000
<u>Medel (Ovanstående)</u>	<u>14 511,1</u>	<u>1 453,4</u>	<u>202 000 000</u>	<u>1 400 000</u>
<u>Medel (Marknaden)</u>	<u>52 265,4</u>	<u>32,9</u>	<u>16 600 000</u>	<u>3 000 000</u>

Tabellen innehåller uppgifter för bidrag, kostnader och NO<sub>x</sub>-reduktion för de sju ansökningar som redovisat högst reduktionskostnader. Det framgår att medelvärdet för reduktionskostnaden per minskad enhet NO<sub>x</sub> är extremt mycket större (44 gånger) för de 7 dyraste åtgärderna än medelvärdet för samtliga åtgärder. Samtidigt är den genomsnittliga mängden reducerad NO<sub>x</sub> 3,6 gånger lägre än för marknaden som helhet.

De extremt höga kostnaderna skulle kunna vara en indikation på att det rör sig om investeringar där NO<sub>x</sub>-reduktion inte är det primära syftet. Det är knappast ekonomiskt försvarbart att reducera NO<sub>x</sub> till en kostnad av 550 eller 7 000 kr/kg. Det tidigare motsvarar en nivå som är 37 gånger högre än skatten på 15 kr/kg och det senare är 467 gånger så högt. Det finns för dessa observationer få faktorer som skulle kunna tyda på felräkningar från vår sida, men det är möjligt att det förekommer fel i redovisningen av värden för dessa observationer. I annat fall är det troligt att investeringarna gjorts med annat huvudsyfte än NO<sub>x</sub>-reduktion vilket gör att investeringen blir mindre kostnadseffektiv.

I vår analys har extremvärden exkluderats i de grafer där inte samtliga observationer tagits med. I de grafer som innehåller mindre än 90 % av observationerna har vi tagit bort fler än de värden som kan anses extrema och sakna trovärdighet. Detta för att vi med de graferna vill förklara dess utseende mer i detalj över ett visst område vilket inte har visats sig möjligt när mycket stora och små värden tas med i beräkningen.

Som tidigare nämnts kan en orsak till avvikande värden i datamängden vara att företagen medvetet rapporterar felaktig information för att påverka NO<sub>x</sub>-fondens agerande. Ett möjligt

utrymme för denna typ av manipulation kan vara när företagen uppskattar investeringarnas livslängd eftersom denna påverkar diskonteringsfaktorn för investeringskostnaden och därmed den totala reduktionskostnaden för företaget. En investerings livslängd är ofta relativt osäker och därför kan en sådan uppskattning vara godtycklig. Även den räntesats på sju procent som DNV uppskattar för företagens investeringar kan variera mellan olika aktörer, vilket på samma sätt som livlängden påverkar den uppskattade totala reduktionskostnaden för företagen. Om ett företag har en högre ränta än sju procent innebär det att våra beräkningar av reduktionskostnaderna är lägre än de faktiska kostnaderna för företaget och motsvarande är våra beräkningar högre än de faktiska kostnaderna om företagets räntesats är lägre än sju procent.

## 7. Analys av bidragsutbetalningar

Detta avsnitt inleds med en översikt över de ansökningar som NO<sub>x</sub>-fonden har godkänt, och hur stora bidragsutbetalningar och utsläppsreduktioner som kommer att ske. Detta för att ge en bättre förståelse av de analyser av NO<sub>x</sub>-fondens utbetalningar som följer. I följande två tabeller har datamängden delats upp mellan åtgärdstyper och vilken sektor den ansökande verksamheten tillhör.

Tabell 4: Datamängden sorterad på åtgärdstyp

Typ av åtgärd (Antal åtgärder av denna typ)	Genomsnittlig reningskostnad i NOK/kg ( $K_i$ )	Genomsnittlig reningskostnad utan bränslebesparingar i NOK/kg ( $K_i^p$ )	Genomsnittlig kostnad efter bidrag i NOK/kg ( $K_i^s$ )	Sammanlagda investeringskostnader för åtgärder av denna typ i NOK. ( $I_i$ ) (Andel av totala summan)	Sammanlagda bidrag* (S) för åtgärder av denna typ i NOK. (Andel av totala summan)	Total reduktion av NO <sub>x</sub> för alla åtgärder av denna typ i ton. ( $R_i$ ) (Andel av totala summan)
Bränslebesparande (130)	-20,8	83,7	-29,3	3 230 000 000 (34,3 %)	53 400 000 (7,9 %)	2 519,2 (9,0 %)
EGR (7)	92,9	92,7	78,6	31 100 000 (0,33 %)	2 025 582 (0,3 %)	103,9 (0,3 %)
Gas (39)	39,5	56,3	28,8	923 000 000 (9,8 %)	30 800 000 (4,5 %)	3 684,5 (13,2 %)
Motorbyten & ombyggnad (135)	19,9	22,6	10,9	661 000 000 (7,0 %)	224 000 000 (33,3 %)	5 162,5 (18,5 %)
Processoptimering (47)	255,5	289,6	249,0	3 330 000 000 (35,4%)	70 700 000 (10,5 %)	2 085,2 (7,4 %)
SCR (164)	19,8	19,9	5,5	1 220 000 000 (13,0%)	289 000 000 (43,3 %)	14 000,0 (50,2 %)
Vatten (12)	10,9	10,9	6,7	13 500 000 (0,14 %)	1 983 483 (0,2 %)	353,4 (1,2 %)
<b>Totalt (534)</b>	<b>32,9</b>	<b>63,3</b>	<b>22,5</b>	<b>9 410 000 000</b>	<b>672 000 000</b>	<b>27 909,7</b>

\* = Enbart för åtgärder där slutgiltig bidragssumma finns tillgänglig. Dessa utgör 41% av observationerna.

Tabell 5: Datamängden sorterad på verksamhetstyp

Typ av verksamhet (Antal verksamheter av denna typ)	Genomsnittlig reningskostnad i NOK/kg ( $K_i$ )	Genomsnittlig reningskostnad utan bränslebesparingar i NOK/kg ( $K_i^p$ )	Genomsnittlig kostnad efter bidrag i NOK/kg ( $K_i^s$ )	Sammanlagda investeringskostnader för verksamheter av denna typ i NOK. ( $I_i$ ) (Andel av totala summan)	Sammanlagda bidrag* (S) för verksamheter av denna typ i NOK. (Andel av totala summan)	Total reduktion av NO <sub>x</sub> för verksamheter av denna typ. ( $R_i$ ) (Andel av totala summan)
Fiskefartyg (127)	-3,4	27,7	-14,5	527 000 000 (5,5 %)	197 000 000 (29 %)	4 586,5 (16,4 %)
Fraktfartyg (71)	21,8	24,1	12,2	630 000 000 (6,7 %)	23 000 000 (3,4 %)	4 275,2 (15,3 %)
Färjor (101)	42,4	62,6	35,1	1 420 000 000 (15,1 %)	22 400 000 (3,3 %)	2 507,4 (8,9 %)
Landbaserad industri (35)	23,1	87,7	12,1	1 100 000 000 (11,7 %)	55 100 000 (8,2%)	2 450,6 (8,8 %)
Oljeindustrin (200)	56,7	95,8	45,2	5 730 000 000 (60,9 %)	374 000 000 (55,6 %)	14 090,0 (50,5 %)
<b>Totalt (534)</b>	<b>32,9</b>	<b>63,3</b>	<b>22,5</b>	<b>9 410 000 000</b>	<b>672 000 000</b>	<b>27 909,7</b>

\* = Enbart för åtgärder där slutgiltig bidragssumma finns tillgänglig vilka är 41% av observationerna.

Tabell 4 visar att sambandet mellan investeringskostnader och utbetalt bidrag är svagt. Bränslebesparande åtgärder och processoptimeringar står var för sig för en tredjedel av de totala investeringskostnaderna men de får vardera mindre än 10 % av de utbetalda bidragspengarna. Sambandet mellan NO<sub>x</sub>-reduktion och utbetalt bidrag är starkare, då SCR-åtgärder står för 50 % av reduktionen och får 43 % av bidragspengarna. Viss försiktighet bör tas i tolkningen eftersom inte alla ansökningar har slutverifierats och därför inte har en fastställd bidragssumma (sjätte kolumnen). Samtliga sökande har dock verifierad NO<sub>x</sub>-reduktion.

I tabell 5 syns att oljeindustrin står för ungefär hälften av utsläppsreduktionerna och att de får drygt hälften av de verifierade bidragsutbetalningarna. Inom andra sektorer finns det ingen stark koppling mellan utbetalda bidrag och NO<sub>x</sub>-reduktion. Fiskefartyg får en betydligt större andel av bidragspengarna än vad som motsvarar deras andel av den totala NO<sub>x</sub>-reduktionen, och det är tvärtom för fraktfartyg.

### 7.1 Slutverifierade bidrag

Där de föregående två tabellerna syftade till att ge en översikt av alla ansökningar i datamängden har vi valt att utförligare analysera de ansökningar där DNV har undersökt och slutverifierat investeringarna och där det därför har fastställts en slutgiltig bidragssumma av NO<sub>x</sub>-fonden. Observationerna i tabellen nedan är uppdelade i 10 procents percentiler beroende på hur stor del av investeringskostnaden de får i bidrag.

Tabell 6: Utbetalt bidrag som andel av investeringskostnad

Bidrag i andel av investering (s)	Antal	Genomsnittlig reningskostnad i NOK ( $K_i^R$ )	Genomsnittlig reningskostnad utan bränslebesparingar i NOK ( $K_i^B$ )	Genomsnittlig kostnad efter bidrag i NOK ( $K_i^S$ )	Genomsnittlig NO <sub>x</sub> -reduktion i ton ( $R_i$ )	Total reduktion av NO <sub>x</sub> i ton ( $R_i$ )	Sammanlagda verifierade bidrag i NOK. ( $S_i$ )	Totala investeringskostnader i NOK.
< 10%	27	204,5	513,5	197,0	17,3	467,1	23 000 000	1 910 000 000
11 -20%	27	-101,7	52,5	-111,1	20,8	559,8	44 000 000	326 000 000
21 -30%	19	-38,6	30,7	-48,4	34,8	660,5	36 000 000	144 000 000
31 -40%	7	-15,4	26,0	-24,9	41,3	289,3	30 000 000	86 000 000
41 -50%	15	3,5	18,9	-8,1	69,0	1 034,5	39 000 000	87 000 000
51 -60%	20	-2,6	17,0	-13,1	43,8	875,8	49 000 000	88 000 000
61 -70%	14	-17,8	17,3	-30,0	81,6	1 142,1	85 000 000	129 000 000
71 -80%	60	1,5	13,6	-9,2	54,9	3 292,3	205 000 000	267 000 000
81 -90%	28	1,6	11,1	-8,3	69,3	1 939,4	121 000 000	138 000 000

> 90%	3	9,4	9,4	0,3	48,8	146,5	7 000 000	7 600 000
<u>Totalt</u>	<u>220</u>	<u>8,4</u>	<u>82,1</u>	<u>-1,7</u>	<u>47,3</u>	10 407,2	<u>640 000 000</u>	<u>3 200 000 000</u>

Tabellen omfattar 220 av ansökningarna i den datamängd som vi har haft tillgång till men som nämndes i avsnitt 4.2 har fler av ansökningarna slutverifierats sedan dess. Summan av de bekräftade åtgärdsstöden utgör 20 % av summan för de totala investerings-kostnaderna för de 220 observationer där investeringskostnader och bidragsstorlek har slutverifierats. Detta antyder att viss försiktighet har vidtagits för utbetalningen av bidragen. Det syns även här att NO<sub>x</sub>-fondens maxgräns för utbetalda bidrag på 90 % av investerings-kostnaderna relativt sällan utnyttjas. 28 av 220 ansökande har fått 81 % - 90 % i bidrag. Intressant nog har 3 ansökande fått mer bidrag än gränsen på 90 % och en av dessa har till och med fått mer i bidrag än storleken av dess investeringskostnader.

70 % av investeringskostnaderna ligger i de två lägsta percentilerna, som har fått mellan 0 och 20 % i bidrag av NO<sub>x</sub>-fonden. Reduktionen i dessa percentilen ligger enbart på ungefär 10 % av den totala reduktionen på de slutverifierade reduktionerna. En stor del av reduktionen är gjord i de två percentilerna med intervallet 70 - 90 %, och motsvarar cirka 43 % av den totala reduktionen. Samtidigt har åtgärderna i detta intervall enbart 13 % av de totala investerings-kostnaderna. Resultaten i ovanstående tabell tyder på att NO<sub>x</sub>-fonden tar hänsyn till åtgärdernas kostnadseffektivitet i sina utbetalningar av bidrag.

I den tredje kolumnen, som visar reduktionskostnader, är resultaten inkonsekventa. Det förväntade resultatet är att reduktionskostnaden skulle minska när bidragssatsen ökar, vilken den gör mellan vissa percentiler. I vissa fall minskar dock den genomsnittliga reduktions-kostnaden kraftigt när bidragssatsen minskar. Detta innebär att i vissa fall premieras mindre kostnadseffektiva investeringar med en högre subvention. En anledning till detta kan dock vara att i våra beräkningar av den genomsnittliga reningskostnaden har vi tagit hänsyn till de besparingar i form av minskade bränslekostnader som företagen gör av investeringarna.

Den fjärde kolumnen innehåller reduktionskostnaden för åtgärderna där vi tagit bort besparingarna som görs genom minskade bränslekostnader. Med undantag för en svag ökning mellan den sjätte och sjunde percentilen, visar detta ett tydligt konsekvent resultat där den genomsnittliga reningskostnaden minskar när andelen subventionerad investeringskostnad ökar. Detta tyder på att de har tagit kostnadseffektivitet i åtanke när de har valt subventioneras storlek. Däremot har företagens bränslebesparingar ignorerats. Detta är inte nödvändigtvis

någonting dåligt men det innebär i praktiken att bidrag i vissa fall betalas ut till investeringar som är vinstdrivande för företagen.

Tabell 6 tillsammans med tabell 3 visar att NO<sub>x</sub>-fonden betalar ut låga bidrag till investeringar med hög kostnad och låg reduktion. Detta antyder att NO<sub>x</sub>-fonden inte har accepterat att göra utbetalningar för åtgärder som inte sammanfaller med dess syfte, och att det inte skulle vara ett problem om ansökningarna har alternativa syften än NO<sub>x</sub>-reduktion. Denna företeelse skulle dock kunna leda till problem på lång sikt. Medlemmarna i NO<sub>x</sub>-fonden slipper undan skatten på 15 kr/kg och betalar istället 4 eller 11 kr/kg mot förpliktelsen att de ska göra ett åtgärdsprogram för minskning av NO<sub>x</sub> och ansöka om stöd från fonden. När företag ansöker om bidrag för andra syften än NO<sub>x</sub>-reduktion och får bidrag för en liten del av investeringskostnaden som motsvarar den lilla reduktion som uppnås, har de ändå levt upp till sin förpliktelse mot NO<sub>x</sub>-fonden.

NO<sub>x</sub>-fonden lever upp till sina reduktionsmål i dagsläget och det är därför inget större problem att företag kan göra ineffektiva investeringar. Dock har en del av de företag som är medlemmar i NO<sub>x</sub>-fonden inte gjort några ansökningar över huvud taget och det är troligt att det bland dem finns aktörer som har möjlighet till kostnadseffektiv reduktion. Om det fortsätter att vara så att flera aktörer inte reducerar sina utsläpp, och om andelen ansökningar som görs för i huvudsak andra syften än NO<sub>x</sub>-reduktion även skulle öka kan NO<sub>x</sub>-fonden få svårt att leva upp till sina framtida förpliktelser om reduktion mot myndigheterna. NO<sub>x</sub>-fonden har möjlighet att utföra sanktioner mot dess medlemmar men är enligt Høiby<sup>12</sup> inte intresserade av att ta till dessa metoder förutom i extrema fall eller om det skulle bli nödvändigt för att uppnå sina reduktionsmål. Det finns möjligheter att motverka ett eventuellt sådant beteende bland medlemmarna, och redan nu har NO<sub>x</sub>-fonden stramat åt sina regelverk för ansökningar, som i det tidigare nämnda fallet med motorbyten (NHO 2011).

## 7.2 Bränslebesparingar

För att visa hur bränslebesparingarna påverkar den totala reduktionskostnaden för vissa företag, innehåller följande tabell observationer där den totala reduktionskostnaden per kilo NO<sub>x</sub> är negativ vilket betyder att företagen tjänar på reduktionen. Det finns betydligt fler

---

<sup>12</sup> Geir Høiby, verkställande direktör för NO<sub>x</sub>-fonden. Konversation via e-post den 27 december 2011.

observationer med negativa kostnader men de som inkluderats i tabellen är de som har extremt stora negativa kostnader, eller som är avvikande på annat sätt.

*Tabell 7: Åtgärder med bränslebesparingar*

Ansöknings-nummer	Reducerad mängd NO <sub>x</sub> i kg	Reduktions-kostnad i NOK	Verifierat bidrag i NOK	Verifierad investerings-kostnad i NOK	Verifierad årlig besparing pga. bränsleminskning	Årligt bruk av bränsle innan reduktionen	Angiven årlig minskning i %
315	100	-1173,3	41 300	206500	140 000	1 095	2
95	500	-447,2	22 736	113000	236 000	1 300	2
470.3	700	-829,1	36 500	2 000 000	800 000	3 000	4
482.3	300	-2468	34 000	2 000 000	960 000	6 600	4
55	32 000	-68,2	1 200 000	2 500 000	2 500 000	1 848	20
368	31 300	-58,5	3 100 000	1 100 000	2 700 000	7 143	10
116	9 900	-294,5	921 618	1 400 000	3 100 000	6 040	0
379	57 500	-71,1	3 300 000	11 000 000	4 900 000	7 143	10
474.02	59 600	-29,2	6 000 000	31 000 000	5 100 000	6 127	21
145	102 600	-34,6	5 100 000	25 000 000	5 600 000	2 321	62
618	3 400	-1340,3	155 000	30 000 000	7 900 000	Ej ang.	Ej ang.
264	13 200	-610,0	132 000	503 343	8 100 000	2 500	2

Något som framgår av tabellen är att reduktionskostnaden blir missvisande för åtgärder med negativa kostnader som enbart har reducerat små mängder NO<sub>x</sub>. När reduktionsmängden blir mindre och mindre blir också reduktionskostnaden mindre i absoluta termer (ett större negativt värde). För de första fyra observationerna i tabellen är detta tydligt. Reduktionskostnaden bör därför tolkas med viss försiktighet i dessa fall. Det är dock inte ett betydande problem för vår analys då vi gjorde grafer med 90, 80, och 70 % av datamängden bland annat för att undvika de tolkningsproblem som kan finnas med extrema värden. Även om bränslebesparingar inte har inkluderats annat än i våra kostnadsberäkningar är den data vi använder verifierade bränslebesparingar för åtgärder som har slutverifierats av DNV. Siffrorna bör därför kunna ses som pålitliga.

Något svårförklarligt i tabell 7 är att de verifierade årliga bränslebesparingarna i flera fall motsvarar investeringskostnaden för åtgärderna, eller i vissa fall till och med är flera gånger större än dem. Detta kan jämföras med den årliga bränsleförbrukningen före åtgärden och den angivna (icke verifierade) minskningen i procent av bränsleförbrukningen. I vissa fall, t.ex. observation 368, 474.02, och 145 stämmer de angivna minskningarna någorlunda väl in med de verifierade. En minskning på 21 % av 6 127 ton bränsle, eller en minskning på 62 % av 2 321 ton bränsle skulle innebära mycket stora ekonomiska besparingar. I andra fall, som för åtgärd 264, stämmer den angivna minskningen inte alls in på den verifierade då en minskning

på 2 % av 2 500 ton bränsle knappast skulle kunna innebära en besparing på 8 miljoner NOK.

Det är anmärkningsvärt att de årliga besparingarna till följd av en investering kan vara dubbelt så stor som kostnaden för investeringen för vissa observationer<sup>13</sup>. Företag kan visserligen göra betydande besparingar till följd av bränsleeffektivisering och utsläppsminskningar, men med besparingar av denna storlek är det konstigt att de inte blivit genomförda redan, utan ansökning om stöd från NO<sub>x</sub>-fonden. Detta skulle kunna vara ett tecken på att det finns betydande möjligheter för effektivisering bland norska fartyg och inom dess oljeindustri, men det är svårt att dra för starka slutsatser av ett 20-tal observationer. I vissa fall rör det sig troligen om felrapportering, men om datamängden vi har tillgång till inte är systematiskt felrapporterad så är det tänkbart att det finns möjligheter för energieffektivisering inom delar av dessa branscher.

## 8. Slutsats

Beräkningar av marknadens aggregerade reduktionskostnader för kväveoxider visar att marginalkostnaden vid en viss punkt är kraftigt stigande och detta ger en indikation till de begränsningar som finns för NO<sub>x</sub>-reduktion i Norge.

Samtidigt finns det tecken på att en hel del av de ansökningar som kommit till NO<sub>x</sub>-fonden har andra syften än enbart reduktion av NO<sub>x</sub>. Detta innebär att marginalkostnadskurvan troligen hade kunnat se mycket annorlunda ut om det hade varit en annan sammansättning av åtgärder. Hade NO<sub>x</sub>-fondens medlemmar exempelvis haft en större andel investeringar i SCR och mindre i processoptimerande åtgärder hade troligen marginalkostnadskurvornas lutning varit mindre skarp. Eftersom våra grafer utgår från den sammansättning av åtgärder som NO<sub>x</sub>-fonden i nuläget har gett stöd till går det inte att dra starka generella slutsatser om NO<sub>x</sub>-reduktion i annat än den reglerade marknaden.

Något som var tydligt i analysen var hur kraftigt som bidragssatsen varierade i procent av investeringskostnaden. Det lägsta utbetalade stödet var på 0,08 % och det högsta på 108 %. Detta kan innebära effektivitetsförluster i de fall det leder till att företag med höga marginalbesparingar får större subventioner, och effektivitetsvinster där företag med låga

---

<sup>13</sup> I observation 264 är besparingen 1 600 % av investeringskostnaden, men denna observation är troligtvis felaktig i detta avseende.



marginalbesparingar får större subventioner än genomsnittet. Bidragsallokering baseras på avgöranden från NO<sub>x</sub>-fondens och för att effektiva beslut ska fattas så måste de ha fullständig information om medlemmarnas faktiska kostnader och utsläppsmängder, vilket är mycket svårt att uppnå i praktiken.

De beräkningar vi gjort på observationerna i datamängden visade att företag med låga reduktionskostnader generellt premierades med högre bidragssats. Det visar att fonden har åtgärdernas kostnadseffektivitet i åtanke vid beslut om bidrag. Vissa avvikelser finns dock. Genom att jämföra kolumnerna för utsläppsreduktion och utbetalt bidrag i tabellen i avsnitt 6.2 syns det att kvoten mellan dessa två värden varierar kraftigt percentilvis. Detta är ett tecken på ineffektivitet då NO<sub>x</sub>-fonden hade kunnat få mer utsläppsreduktion för sina bidragspengar med en annorlunda allokering. Bränslebesparingar räknas inte in av fonden när de beslutar om bidragsallokering och detta kan innebära en ineffektiv fördelning av bidragspengarna. Detta beror på att en del av åtgärderna med stora bränslebesparingar redan är lönsamma och bidraget endast skulle öka lönsamheten ytterligare. Dessa bidragspengar hade troligtvis kunnat användas mer effektivt till andra åtgärder.

Det finns alltså flera för- och nackdelar med den norska NO<sub>x</sub>-fonden jämfört med skatter och andra mer konventionella styrmedel. Vi har belyst NO<sub>x</sub>-fondens styrkor som att den kan uppnå NO<sub>x</sub>-reduktion till en lägre kostnad för företagen än med en skatt och de fördelar som följer av detta. Vi har belyst dess svagheter som bland annat risken att andra ändamål än NO<sub>x</sub>-reducering premieras och att det är svårt att säga om den kommer att kunna fortsätta göra reduktionsminskningar i samma takt. Marginal-kostnadskurvorna belyser att kostnaderna kommer att öka och fonden kan komma att bli beroende av att fler av dess medlemmar ansöker om stöd för reducerande åtgärder och eventuellt motverka att företagen söker pengar för andra syften. För att kunna dra slutsatser om NO<sub>x</sub>-fondens effektivitet i helhet behövs mer utförliga analyser göras och kanske kan då de potentiella problem som vi pekar på belysas tydligare.

## 9. Referenser:

### Böcker

Bernes, Claes (2001), *Läker tiden alla sår?*, Naturvårdsverket förlag, Sverige

Hansen, Lars Gårn (1999), Environmental Regulation Through Voluntary Agreements. *Voluntary Approaches in Environmental Policy*, C. Carraro and F. Lévêque. s.27-54. Kluwer Academic Publisher, Storbritannien.

Pleijel, Håkan (2007), *Transboundary Air Pollution*, Studentlitteratur, Polen

Schmeltzer, Dirk (1999), Voluntary agreements in environmental policy: negotiating emission reductions. *Voluntary Approaches in Environmental Policy*, C. Carraro and F. Lévêque. s.55-74. Kluwer Academic Publisher, Storbritannien.

Sternier, Thomas (2003), *Policy Instruments for Environmental and Natural Resource Management*, Resources for the Future, USA.

### Artiklar

Glachant, Matthieu (2007), "Non-binding voluntary agreements", *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 54 s.32-48.

Lehmann, Markus A (2004), "Voluntary Environmental Agreements and Competition Policy" *Environmental & Resource Economics*, vol. 28, s.435-449.

McEvoy, David M och Stranlund, John K (2010), "Costly Enforcement of Voluntary Environmental", *Environmental Resource Economics*. VOL. 47, nr 1.

Oates, Wallace E. (1995), "Green Taxes: Can We Protect the Environment and Improve the Tax System at the Same Time?" *Southern Economic Journal*. Vol. 61, nr 4.

Sternier, Thomas & Isaksson Höglund, Lena (2005), "Refunded emission payments theory, distribution of costs, and Swedish experience of NO<sub>x</sub> abatement", *Ecological Economics* Volume 57, s. 93-106

### Uppsatser

Nore, Camilla (2011), "Evaluation of the Norwegian NO<sub>x</sub>-fund", *Oslo University*.

### Rapporter

Næringslivets NO<sub>x</sub>-fond (2010), *Rapport om oppfyllelse av utslippsforpliktelse i 2010*, Næringslivets NO<sub>x</sub>-fond.

Statens Forurensningstilsyn (2006), *Tiltaksanalyse for NO<sub>x</sub>*, Statens Forurensningstilsyn.

Söderström, Gunilla (2011), *Miljöavgift på utsläpp av kväveoxider från energiproduktion år*

2010 -resultat och statistik, Naturvårdsverket.

Webbsidor:

Hielscher, *NOX reduction by Oil/Water-Emulsification*, 14 Juli 2011, Tillgänglig (Online):  
[http://www.hielscher.com/ultrasonics/oil\\_nox\\_reduction.htm](http://www.hielscher.com/ultrasonics/oil_nox_reduction.htm) (30 December 2011)

NHO, *Støtte til motorbytter*, 26 Oktober 2011, Tillgänglig (Online):  
<http://www.nho.no/naeringslivets-nox-fond/stoette-til-motorbytter-article23246-457.html> (27 December 2011)

NHO, *Utslippsforpliktelsen oppfylt*, 21 November 2011, Tillgänglig (Online):  
<http://www.nho.no/oppnaadd-forpliktelse/category607.html> (27 December 2011)

Institute of Clean Air Companies, *NOX Controls Technologies*, Augusti 2011, Tillgänglig  
(Online): <http://www.icac.com/i4a/pages/index.cfm?pageid=3399> (21 December 2011)

## Appendix: Regressioner

### Hela marknaden (100%)

Number of obs= 534  
 F( 2, 530) = .  
 Prob > F = .  
 R-squared = 0.1607  
 Adj R-squared = 0.1559  
 Root MSE = 326.26

Reningskost	Coef.	Std. Err.	T	P>t	[95% Conf.	Interval]
aggred_100	.0923528	.0231184	3.99	0.000	.0469378	.1377679
aggred_1002	-8.59e-06	2.46e-06	-3.49	0.001	-.0000134	-3.75e-06
aggred_1003	2.20e-10	6.76e-11	3.26	0.001	8.76e-11	3.53e-10
_cons	-224.3528	50.09982	-4.48	0.000	-322.7714	-125.9342

### Hela marknaden (90%)

Number of obs= 481  
 F( 2, 477) = .  
 Prob > F = .  
 R-squared = 0.8383  
 Adj R-squared = 0.8373  
 Root MSE = 13.475

Reningskost	Coef.	Std. Err.	T	P>t	[95% Conf.	Interval]
aggred_90	.0171914	.000921	18.67	0.000	.0153816	.0190011
aggred_902	-1.49e-06	8.05e-08	-18.51	0.000	-1.65e-06	-1.33e-06
aggred_903	3.91e-11	2.07e-12	18.87	0.000	3.51e-11	4.32e-11
_cons	-44.55139	3.154743	-14.12	0.000	-50.75031	-38.35248

### Hela marknaden (80%)

Number of obs = 430  
 F( 2, 426) = .  
 Prob > F = .  
 R-squared = 0.8831  
 Adj R-squared = 0.8823  
 Root MSE = 6.078

Reningskost	Coef.	Std. Err.	T	P>t	[95% Conf.	Interval]
aggred_80	.0069516	.0005348	13.00	0.000	.0059005	.0080028
aggred_802	-6.17e-07	4.57e-08	-13.49	0.000	-7.07e-07	-5.27e-07
aggred_803	1.79e-11	1.18e-12	15.21	0.000	1.56e-11	2.02e-11
_cons	-12.90575	1.805255	-7.15	0.000	-16.45407	-9.357436

### Hela marknaden (70%)

Number of obs = 374  
 F( 1, 370) = .  
 Prob > F = .  
 R-squared = 0.9911  
 Adj R-squared = 0.9911  
 Root MSE = .88931

Reningskost	Coef.	Std. Err.	T	P>t	[95% Conf.	Interval]
aggred_70	.0026792	.0000972	27.57	0.000	.0024881	.0028703
aggred_702	-1.83e-07	9.32e-09	-19.64	0.000	-2.01e-07	-1.65e-07
aggred_703	5.70e-12	2.64e-13	21.62	0.000	5.18e-12	6.22e-12
_cons	-2.406822	.2977517	-8.08	0.000	-2.99232	-1.821324

### Hela marknaden (70% & linjär)

Number of obs= 374  
 F( 1, 372)= 4085.67  
 Prob > F= 0.0000  
 R-squared= 0.9401

Adj R-squared = 0.9400

Root MSE= 2.3037

Reningskost	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf.	Interval]
aggred_70	.0012974	.0000203	63.92	0.000	.0012575	.0013373
_cons	-1.128931	.2013401	-5.61	0.000	-1.524838	-.7330234

### Investeringar i gasteknik

Number of obs = 33

F( 2, 29) = .

Prob &gt; F = .

R-squared = 0.6941

Adj R-squared = 0.6625

Root MSE = 19.572

Reningskost	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf.	Interval]
aggred_gas	.1117932	.0309171	3.62	0.001	.0485607	.1750257
aggred_gas2	-.000071	.0000187	-3.79	0.001	-.0001093	-.0000327
aggred_gas3	1.34e-08	3.44e-09	3.89	0.001	6.33e-09	2.04e-08
_cons	-34.57005	16.45016	-2.10	0.044	-68.2144	-.9256999

### SCR

Number of obs = 164

F( 2, 160) = .

Prob &gt; F = .

R-squared = 0.7664

Adj R-squared = 0.7620

Root MSE = 5.9807

reningskost	Coef.	Robust Std. Err.	t	P>t	[95% Conf.	Interval]
aggred_scr	.0114176	.0026829	4.26	0.000	.0061191	.016716
aggred_scr2	-1.73e-06	4.55e-07	-3.80	0.000	-2.63e-06	-8.32e-07
aggred_scr3	8.77e-11	2.22e-11	3.94	0.000	4.38e-11	1.32e-10
_cons	-11.27666	4.266827	-2.64	0.009	-19.70323	-2.850098

### Processoptimerande investeringar

Number of obs = 45

F( 3, 41) = 27.15

Prob &gt; F = 0.0000

R-squared = 0.8565

Adj R-squared = 0.8460

Root MSE = 92.447

Reningskost	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf.	Interval]
aggred_pro~s	1.595986	.2394594	6.66	0.000	1.112388	2.079585
aggred_pro~2	-.0015933	.0002588	-6.16	0.000	-.0021159	-.0010706
aggred_pro~3	5.23e-07	8.85e-08	5.91	0.000	3.44e-07	7.01e-07
_cons	-480.5984	77.3305	-6.21	0.000	-636.7705	-324.4262

### Bränslebesparande investeringar

Number of obs = 118

F( 3, 114) = 743.72

Prob &gt; F = 0.0000

R-squared = 0.9659

Adj R-squared = 0.9650

Root MSE = 15.743

Reningskost	Coef.	Robust Std. Err.	t	P>t	[95% Conf.	Interval]
aggred_brä~e	.3734252	.027667	13.50	0.000	.3186172	.4282333
aggred_brä~2	-.0003853	.0000372	-10.35	0.000	-.000459	-.0003115
aggred_brä~3	1.59e-07	1.43e-08	11.12	0.000	1.31e-07	1.88e-07
_cons	-130.4158	5.187104	-25.14	0.000	-140.6914	-120.1402

### Motorbyten & ombyggnad

Number of obs = 134

F( 2, 130) = .

Prob &gt; F = .

R-squared = 0.6999

Adj R-squared = 0.6930

Root MSE = 14.728

reningskost	Coef.	Robust Std. Err.	t	P>t	[95% Conf.	Interval]
aggred_motor	.0399769	.0077567	5.15	0.000	.0246313	.0553225
aggred_mot~2	-.0000203	4.04e-06	-5.02	0.000	-.0000283	-.0000123
aggred_mot~3	3.05e-09	5.72e-10	5.33	0.000	1.92e-09	4.18e-09
_cons	-14.60542	3.77897	-3.86	0.000	-22.08166	-7.129176