



LUNDS
UNIVERSITET

Vad påverkar priset på koldioxid?
En analys av efterfrågan på EU ETS utsläppsrätter

Handledare

Jonas Nordström

Renée Bengtsson

Nationalekonomiska institutionen

NEKH01 Kandidatuppsats

HT 2014, Lunds universitet

Sammanfattning:

Den här uppsatsen tittar på hur EU har valt att minska sina utsläpp av växthusgaser med fokus på koldioxid. Uppsatsen inleds med en diskussion av systemets grundstruktur och uppsatta mål för att sedan diskutera ekonomisk teori kring problemet om negativa externaliteter och hur dessa uppstår och varför de generellt sett inte kan hanteras av marknaden. Därefter görs en genomgång av de tre mekanismer som EU ETS infört för att korrigera för detta, Clean Development Mechanism (CDM), Joint Implementation (JI) och International Emission Trading (IET). Dessa mekanismer tillsammans med andra relevanta ekonomiska teorier tas upp som en handledning och referensram till den analys som görs i den senare delen av uppsatsen.

Det bakomliggande styrande samarbetet för Kyotoavtalet beskrivs för att läsaren ska få en så bra bild som möjligt av komplexiteten för detta avtal.

Vidare görs en statistisk studie över ett antal faktorer som kan tänkas påverka priset på utsläppsrätter. Resultaten från denna studie är intressant, eftersom de ger möjligheter att förstå vad som påverkar efterfrågan på utsläppsrätter. Detta är viktig information för de aktörer som tvingas att köpa utsläppsrätter alternativt har möjlighet att sälja dem. Ett antagande för den empiriska analysen bygger på att utbudet är fast enligt den cap-and-trade – princip som ETS använder som verktyg för att skapa en kostnadseffektiv marknad för utsläppsrätter.

Summary:

This thesis discusses how EU has chosen to reduce its emission of carbon dioxide and other greenhouse gases (focus is on carbon dioxide). The paper starts with a discussion of theories of how negative externalities can occur and why they in general cannot be handled by the market itself. This follows by a presentation of the mechanisms that has been introduced to correct this externality, Clean Development Mechanism (CDM), Joint Implementation (JI) and International Emission Trading (IET). These mechanisms together with other relevant economical theories are handled as guidance and reference for the later analyzing section of this paper.

Also the underlying and controlling cooperation for the Kyoto protocol is described for the reader to get a better understanding of the complexity that this agreement brings.

Further a statistic study is made for a number of factors that would give a possible affect of the price on emission rights. The results of this study are interesting because it gives a possibility to understand what affects the demand on emission rights that in its turn is important information for the buyers of emission rights respectively the sellers. One of the empirical studies hypothesis are that there are a constant supply according to the cap-and-trade principle that ETS uses as an economical tool to create an cost effective market for emission rights.

Nyckelord:

EU ETS, Kyotoprotokollet, Utsläppsrätter, Kostnadseffektiv utsläppsminskning, Cap and trade system, CDM (Clean development mechanism), JI (Joint implementation), externaliteter.

Keywords:

EU ETS, Kyoto protocol, emission rights, cost effectiv emission reduction, cap and trade system, CDM (Clean development mechanism), JI (Joint implementation), externalities.

Innehållsförteckning

1. Inledning och syfte	4
1.2 EU ETS – Bakgrund	6
1.3 Reduceringsmål	7
1.4 Fördelning av utsläppsätter.....	8
1.5 Prispåverkande signaler	10
2. Teoretisk referens	
2.1 Externaliteter	11
2.2 Samhällsoptimal kvantitet av utsläppsätter	12
2.3 Prismekanismen och EU ETS – ett cap-and-trade system	13
2.4 International emission trading	16
2.5 Clean development mechanism	17
2.6 Joint implementation	18
2.7 Environmental Cuznets curve	19
3 Metod och data	
3.1 Val av data	20
3.2 Metodval – OLS modellen	22
4 Empirisk analys	
4.1 Grafisk data	23
4.2 OLS regression	25
4.3 Stationäritet - Dickey Fuller – test	25
4.4 Korrelation	27
4.5 Durbin Watson – test för seriell korrelation	27
4.6 Test med dummyvariabler	29
4.7 Sammanfattning av empirisk analys	30
5 Slutsats och kommentarer	31
6 Källförteckning	34
7 Tabellförteckning	36
8 Appendix	37

1. Inledning

Det finns idag 10 stycken aktiva utsläppshandelssystem anslutna till Kyotoavtalet globalt sett. Tillsammans kontrollerar dessa nästan 3 miljarder ton koldioxid, vilket motsvarar 9 % av de totala växthusgasutsläppen med ett snittpris på 4 euro/utsläppsrätt. (Zetterberg et al.)

Vid analys av en utsläppsmarknad blir det snabbt tydligt hur viktigt det är att det finns ett globalt samarbete. Hur dessa olika marknader är designade påverkar utbudet och efterfrågan på utsläppsrätter och det påverkar sannolikt beslut till möjlighet för effektivisering i att reducera växthusgasutsläppen i de globala förhandlingarna.

Att sätta ett pris på koldioxid genom att skapa en marknad för att få släppa ut denna biprodukt signalerar till omvärlden att det är en kostnad som alla måste ta hänsyn till, samtidigt som det skapar insikt i hur viktigt det är med klimatsmarta samarbeten och kostnadseffektiva lösningar.

Ett handelssystem med utsläppsrätter fungerar som vilken marknad som helst. Den är utsatt för konkurrens genom andra substitutvaror på marknaden. Detta gör alternativkostnaderna för substitutvarorna till en viktig indikator för efterfrågan. Marknaden skiljer sig dock genom att den dels har utvecklats utifrån politiska och klimatorganisatoriska beslut, samt att utbudet redan är restriktivt och att denna restriktion till största delen är känd genom de direktiv som varje handlande nation har att ansvara för.

Den påverkas av vissa exogena faktorer såsom andra förekommande ekonomiska faktorer som låg- respektive högkonjunktur. Det som blir viktigt för att skapa en effektiv marknad med ett sådant ekonomiskt- politiskt styrmedel blir att förstå de bakomliggande faktorer som påverkar utbud och efterfrågan för marknaden så att dessa utvecklas i linje med de uppsatta målen av utsläppsminskningar i växthusgaser man globalt har kommit fram till.

Vi vet alla idag att vi genom användningen av jordens resurser påverkar miljön. I vilken omfattning och hur mycket spekuleras det friskt om i debatt och media världen över och intresset för att göra något åt det varierar. Dock är det idag ett stort debattämne, speciellt i EU där det under valdebatterna inför EU- valet 2014 var en av de stora valfrågorna.

Hur ska vi hantera klimatförändringarna? Vem ska betala? Vilka förändringar krävs? Vad krävs av våra ledare, våra industrier, oss själva?

Alla dessa frågor är svåra att besvara och det blir tydligt att man måste bryta ner dem till mer hanterbara och praktiskt möjliga frågor. Det är kanske inte möjligt att ha alla de rätta svaren på dessa frågor idag. Det viktiga är att vi börjar ta itu med det och sedan följer utvecklingen för att justera eventuella marknadsmisslyckanden längs vägen.

Därför började jag med att ta reda på mer om hur de ekonomiska systemen hanterar den typ av problematik. Genom att jag läste om Kyotoavtalet, UNFCCC, Naturvårdsverket, Europeiska kommissionen och andra proaktiva miljöarbetande organisationer och myndigheter, fastnade jag för att studera systemet för EU ETS (Emission trade scheme) och det blev referensramen för min uppsats. Att studera de bakomliggande mekanismerna för utsläppshandeln som teoretisk referens blir alltså utgångspunkten för min analytiska ansats.

Problemen med att lösa dessa frågor kring ekonomiskt effektiva miljöreduceringssystem är minst sagt komplext med tanke på dess omfattning som sträcker sig ut på en global nivå. Det handlar om att strukturera ett stabilt system som är kostnadsminimerande för producenter och som samtidigt öppnar upp till en möjlighet för att nå de uppsatta målen, det vill säga att minska utsläppen till en nivå som vårt klimat kan hantera.

Syftet med EU ETS är att skapa en marknad för utsläppsrätter som är så kostnadseffektiv som möjligt med ett långsiktigt mål att reducera utsläppsvolymen till överenskommen nivå enligt Kyotoavtalet. Det indirekta målet är att skapa möjligheter för en ökad teknisk utveckling inom miljöeffektiv teknik, genom att en marknad som gör det mer kostnadseffektivt att satsa på sådan utveckling. Det är ett komplext problem att lösa och svårighetsgraden ökar när inte alla vill ta sitt ansvar för sin del av

klimatpåverkan. Enligt min uppfattning är det därför mycket viktigt att stater och myndigheter eller andra överordnade instanser tar ansvar för samhällets utveckling och sätter upp mål som är avgörande för vår framtid och vår välfärd.

Enligt rapporten från Riksrevisionen kan man lättast begränsa utvinningen till en viss mängd fossila bränslen genom ett utsläppstak styrt av marknadens prismekanism, förhållandet mellan utbud och efterfrågan vilket är det som EU ETS syftar till att göra. (Riksrevisionen, 2013)

Industrier som tillverkar energi genom förbränning av olja, kol, naturgas och biobränslen är samtidigt producenter av och därmed bidragande faktor till utsläpp av olika gaser etc. som påverkar växthuseffekten. De gaser som är direkt farliga för balansen i vårt biologiska system är till exempel koldioxid, kolmonoxid, svavel och kväveoxider. (Naturvårdsverket, 2010).

Idag kommer den största andelen av antropogena interventioner på klimatet från elförsörjning (uppvärmning) på (35%), jordbruk, skog och annan landsutvinning (24%) och industri (21%). Viktigt att poängtera är att förändringen mellan sektorerna skiljer sig åt. Inom jordbruk, skog etc. kvarstår ökningen relativt oförändrad, medan energiförsörjningen och industrisektorn har fortsatt att öka under 2000 –talet. Utsläpp orsakade av elförsörjning består även av indirekta utsläppsvolymer och denna slutkonsumtion av utsläpp består i första hand av en ökning inom industri och byggnadssektorn. (Edenhofer et al., 2014)

Marknaden för handel med utsläppsrätter har idag funnits i nästan nio år. Den har fått en hel del kritik för att den skapat negativa störningar på marknaden utan att ha uppnått den effektivitet på utsläppsreducering som man pratat om.

Det ska tas i beaktande att man har föreslagit flera strukturella förändringar för att nå de uppsatta reduceringsmålen då man inte lyckats att nå en optimal jämvikt mellan utbud och efterfrågan för marknaden av handelsrätter.

(Riksrevisionen , 2013, sid.10)

Jag kommer i den här uppsatsen inte att gå in så mycket på själva effektiviteten mätt i utsläppsvolymer utan låter experter inom området för klimatforskning och politiska beslut svara på det. Därför antar jag ett fast utbud genom hela min analys och kommer mer studera marknaden i sig och prismekanismen för denna. Syftet är att förstå dess påverkan på efterfrågan av utsläppsrätter eftersom detta är intressant både för producenter inom energiintensiv produktion samt intressenter för en effektiv reduktion av globala utsläpp.

Vidare är mitt syfte med den här uppsatsen att fokusera på det ekonomiska verktyg som presenteras i teoridelen och hur dess direkta påverkan på resultaten av minskning av koldioxid är effektiv genom att i en empirisk analys studera priset för utsläppsrätter och därmed försöka svara på frågan:

Vad påverkar priset på koldioxidutsläpp?

Prismekanismen anpassar sig efter utbud och efterfrågan och strävan efter en effektiv marknad är att hitta en optimal jämvikt mellan just utbud och efterfrågan. Syftet med min uppsats är att studera prisutvecklingen av utsläppsrätter genom faktorer som troligtvis kan påverka priset. Om jag lyckas hitta sådana faktorer har jag också hittat indikatorer som kan tala om hur dessa påverkar efterfrågan. Många faktorer spelar in för att kunna mäta effektiva åtgärder för ett bättre miljöekonomiskt samhälle. Det beror inte bara på ekonomiska verktyg utan även på våra egna preferenser och vår motivation till förändring, samt att forskning för miljöpåverkande faktorer går framåt. Den här uppsatsen kommer att fokusera på utsläppsrätter och handeln med dessa som ett av medlen för att nå hållbarhet.

I min empiriska analys tittar jag på koldioxidutsläpp mätt i koldioxidekvivalenter¹. Koldioxidutsläpp utgör den största påverkan på klimatet samt är den vara som köps och säljs mest på ETS marknaden. Energiindustrin får ett större utrymme i min analys när det gäller att hänvisa till viss produktion och

¹ koldioxidekvivalenter = vissa växthusgaser räknas om till koldioxid och enheten är 1 ton koldioxid

indikatorer som påverkar priset. Anledningen är att energi- och uppvärmningsindustrin är den absolut mest koldioxidintensiva industri inom EU ETS handelssektorer enligt rapporter från EU ETS. Fram till 2010 uppskattades, enligt IPCC's rapport (2013, sid 5), att fossila bränslen tillsammans med industriella processer utgöra cirka 78%.

1.1 EU ETS - Bakgrund

ETS (European trading scheme) tillhandahåller ekonomiska verktyg som syftar till att uppnå det mest kostnadseffektiva sättet att reducera koldioxidutsläpp på.

På lång sikt gäller det att teknik och innovation tillför nya sätt att minska utsläpp, samt även genom att starta en handel med utsläppsrätter generera en ökad efterfrågan på mer och bättre kostnadseffektiva strategier och därigenom ökar incitament för en bättre miljöeffektiv teknik. (Tietenberg et al. , 2009)

ETS är ett handelssystem mellan olika länder världen över² , organiserat för att uppnå Kyotoavtalets gemensamma mål för minskning av växthusgasutsläpp.

Kyotoavtalet är ett ramverk med syftet att minska klimatpåverkan och minska de globala växthusgasutsläppen. På initiativ av FN's UNFCCC (United Nations Framework Convention Climate Change) startades detta konvent i Kyoto, Japan år 1997. Eftersom industriutsläppen och dess påverkan på miljön anses vara ett globalt problem så var det viktigt att så många länder som möjligt skrev under avtalet. Idag har 195 länder skrivit på UNFCCC – avtalet och 191-länder har anslutit och signerat kyotoavtalet.

Kyotoprotokollet består av flera artiklar som beskriver de metoder som de anslutande nationerna har kommit överens om är det bästa sätten för att reducera klimatförstöringen. Protokollet består också av två annex; annex A och annex B. Annex A innehåller de källor, resurser och sektorer som är berörda av avtalet. I annex B står det beskrivit alla länder som har ratificerat sig till Kyotoprotokollet.

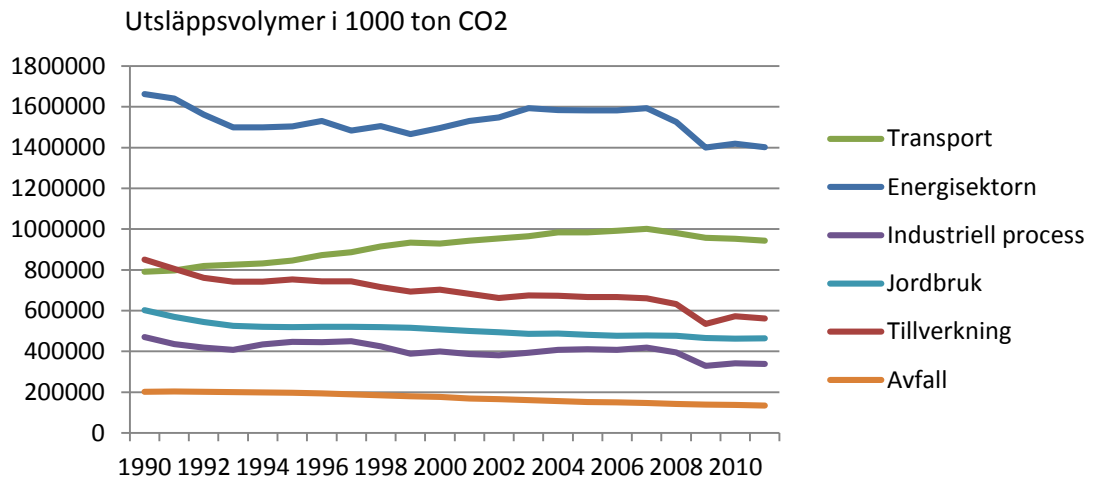
ETS är uppbyggt utifrån en cap-and-trade princip som innebär att det finns ett tak (cap) på utbudet och att marknaden utifrån den erbjudna kvantiteten sätter priset. Systemet bygger på tre mekanismer som har till syfte att stimulera marknaden för att skapa de mest kostnadseffektiva förutsättningarna för Europa och alla som handlar med dessa utsläppsrätter att kunna minska sina totala utsläpp. Reduceringsmålen som är överenskomna utifrån Kyotoprotokollet är en minskning med 40% utifrån 1990 års utsläppsnivå. Dessa mekanismer är International Emissions Trading , Clean Development Mechanism (CDM) and Joint Implementation. (UNFCCC.int)

Idag är följande sektorer anknutna till utsläppsrätter: förbränningsindustrin, kraftverk, oljeraffinaderi, järn – och stålverksfabriker samt fabriker som tillverkar cement, glas, keramik, pappersmassa, papper och papp. Även flygtrafiken är numera (sedan 2012) en sektor inom marknaden för utsläppsrätter. Idag reglerar dessa sektorer cirka 43 % av EU 's utsläpp av växthusgaser. Tanken är att fler och fler sektorer ska anslutas till handeln med utsläppsrätter så att marknaden kan bli mer effektiv och dynamisk. Närmast till hands att inkludera är transportsektorn. (Riksrevisionen, 2013)

² Det bör nämnas att USA inte ratificerat sig till kyotoavtalet men till UNCC- avtalet. Länder som slutit sig till kyotoavtalet är EU28 + EFTA länderna, Ungern, Japan, Polen, Kroatien och Australien. (Canada drog sig ur avtalet 2011). UNFCCC.com

Utsläppsvolymer utveckling inom de olika sektorerna för utsläppshandel ses i graf 1.2. Där illustreras samtliga medlemsnationers utsläppsnivå för varje sektor. Även transportsektorn är med för att visa vilken stor del av de totala utsläppen som denna orsakar.

Graf 1.1 (Egen konstruktion, källa EEA (European Environment agency)



Det är en stor utmaning för EU ETS att hitta den optimala nivån för utsläppsrätter där totala antalet av dessa tar hänsyn till all förorening som produktionen inom EU idag tillför. Därför är det viktigt att poängtera för vidare analys i den här uppsatsen att utbudet utsläppsrätter som här betraktas som fast, i praktiken är ett mycket komplext mått med många svårigheter.

1.2 Reduceringsmål

De beslutade reduceringsmålen är att före år 2030 minska utsläppsnivån med 40 % med utgångspunkt från 1990 – års nivå. Utifrån detta mål har EU ETS satt ett tak på hur mycket utsläpp som får släppas ut varje år.

En årlig minskning av den totala mängden utsläppsrätter har en reduceringstakt på 1,74 % och är nedåtgående i samma takt fram till 2020. Denna reduceringstakt ska sedan öka till 2,2 % år 2021, efter fas 3.

Det finns olika perioder där målen har omförhandlats och där fler länder har haft möjlighet att ansluta sig.

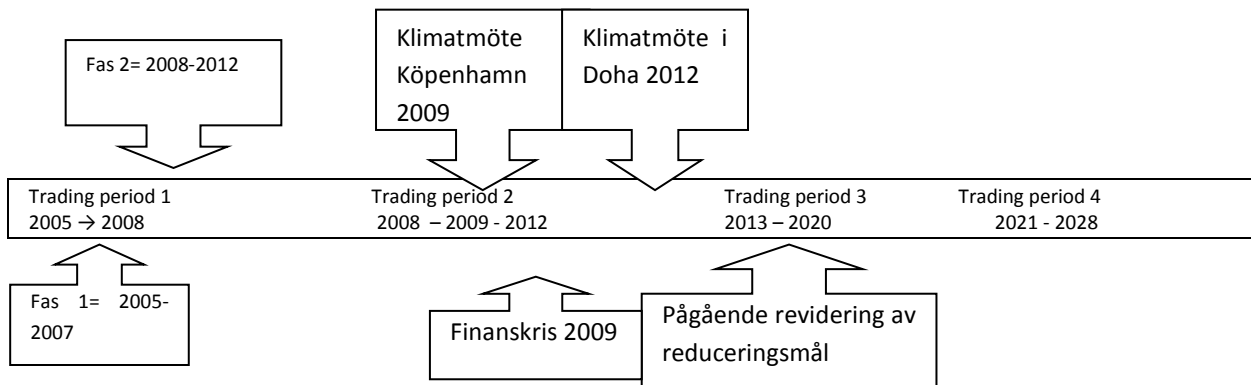
EU ETS startade 2005 och innefattade då tre tidsperioder. 2005 – 2007, 2008 – 2012 och 2013 – 2020. Idag finns det ramverk för reduceringsmål fram till år 2050.

De länder som idag handlar med systemet är EU 28 länderna samt EEA-EFTA länderna, Island, Liechtenstein och Norge.

(ec.europa.eu)

Genom analys av tidigare perioders resultat och systematisk uppföljning arbetar EU ETS som en del av kommissionen med att optimera och effektivisera handelssystemet. Det är dock viktigt att åtgärder inte urholkar syftet så att marknaden i sig blir ineffektiv och inte genererar det utsläppsmål man strävar efter.

Figur 1.2 Tidslinje för EU ETS
(egen konstruktion, källa ec.europa.eu)



Utifrån figur 1 kan man följa ekonomiska och politiska händelser som har påverkat prisutvecklingen för utsläppsrätter. Dessa händelser har genererat störningar eller signaler på marknaden som direkt påverkat efterfrågan.

Interventioner eller icke – interventioner för att stabilisera marknaden och närma sig jämvikt mellan utbud och efterfrågan, där kostnadseffektiva resultat för att nå uppsatta mål för utsläppsminskning kan nås, är en stor utmaning för EU ETS.

Fas 1 (2005 – 2007)

Den första perioden för ETS var en introduktionsfas inför starten av fas 2. Inkluderade sektorer var endast bränsle- och energisektorn. Möjligheten att spara sina utsläppsrätter till nästa period (s.k. banking) var inte möjlig och priset sjönk till noll då utbudet under denna period var större än efterfrågan. Före Fas 1 var också samtliga medlemsländer tvungna att utföra en NAP (National Allocation Plan) enligt kriterierna för utsläppshandelns direktiv.

Fas 2 (2008-2012)

Under fas 2 anslöt sig EFTA – länderna, Norge, Lichtenstein och Island till handelssystemet. Regleringar för utdelning av fria utsläppsrätter gjordes samt att man minskade taket med 6,5% jämfört med 2005.

Under denna fas blev det också möjligt för företag att handla med CER's och ERU's, krediter som erhöles genom CDM – och JI- projekt.

Under andra halvan av 2008 kom finanskrisen som starkt påverkade efterfrågan på utsläppsrätter genom minskad produktion. Det skapades ett överskott av utsläppsrätter och priset föll drastiskt under denna handelsperiod.

NAP's reviderades för att skapa mer transparens och enklare administrativ hantering.

1.3 Fördelning av utsläppsrätter

Länderna tilldelas utsläppsrätter utifrån en fördelning som fastställts av EU ETS och som varje land/stat sedan själv gör en fördelning på, en så kallad NAP.

Utdelningen av fria utsläppsrätter ges enligt en benchmarking – princip. De länder som har en mer energieffektiv produktion får fler utsläppsrätter tilldelade. I praktiken får dessa industrier nästan alla de utsläppsrätter de behöver.

Industrier inom den handlande sektorn med en stark konkurrens från industrier utanför EU och den reglerade utsläppsmarknaden eller som inte ingår i ett liknande klimatavtal får också tilldelat fler utsläppsrätter med syftet att undvika carbon leakage. (ec.europa.eu).

Ungefär hälften av utsläppsrätterna delas ut enligt produktionsriktmärken till de industrier som kan komma att utsättas för carbon leakage, dvs. att verksamheten utsätts för en risk att produktionen flyttas dit priset är lägre pga handelssystemet och därför får man utdelat gratis utsläppsrätter enligt produktriktmärke.

(Riksrevisionen, 2013)

Resterande utsläppsrätter säljs och köps via auktion för de industrier, organisationer eller privatpersoner som är intresserade av att minska utsläppen genom att handla utsläppsrätter och sedan inte använda dem. De utsläppsrätter som sedan bjuds ut på handelsmarknaden heter EUA (European union allowances).

Utanför de allokerade utsläppsrätterna, AAU's (Assigned amount units) så kan producenter skaffa sig ännu fler utsläppskrediter, CER's. Dessa kan man förvärva genom att investera i energieffektiva produktioner eller projekt i länder utanför Kyotoavtalet, ett så kallat CDM– projekt . Liknande krediter kan man få genom Joint implementation och man erhåller då ERU's (Emission Reduction Units).

(ec.europa.eu)

Företags redovisning av sin utsläppsvolym

Företag som vill erhålla utsläppsrätter ska först godkännas av ansvarig nations myndighet, i Sverige är detta naturvårdsverket. För att få sin utsläppsrapport verifierad krävs det att man har en ackrediterad kontrollant som godkänts av den representerade myndighet för staten. Denna rapport som består av att övervaka, rapportera och verifiera sina utsläpp lämnas in årligen och sedan kalkyleras dessa ihop med nationens samtliga utsläpp. Tillsammans utgör dessa varje nations totala reglerade utsläpp.

Nationernas redovisning av sin utsläppsvolym

Redovisningen av industriernas utsläpp är noggrant kontrollerad och industrierna förväntas redovisa sina utsläpp (koldioxidequivallenter) efter årsbasis. Skulle det vara så att man släppt ut mer än man har rätt till får man betala böter för dessa. Icke utnyttjade utsläppsrätter kan man spara genom så kallad *banking* för att använda under följande år alternativt sälja dessa på auktion för att erhålla intäkter.

En utsläppsrätt = tillåtelse att släppa ut ett ton koldioxid eller koldioxidekvivalent.

I tabell 1 beskrivs hur man räknar på en nations utnyttjande av koldioxidutsläpp.

Tabell 1.3 Beräkning och gemensam processbeskrivning för en nation

Beräkning av AAU's*			Årlig beräkning av GHG inventering
Exempel på en nations AAU's			Total mängd från en nations utsläpp för alla källor
Årlig basis	1000	tCO ₂ e	- AAU's (nationell nivå)
Åtagande	-8%		+ AAU's sålda till andra länder
AAU's	920	tCO ₂ e/year	+ ERU's* (från JI projekt)
			Nationell compliance GAP/surplus
			- ERU's (tillgodoräknade)
			- CER's* (tillgodoräknade)
			- Övriga inköp (ERU, AAU, RMU)

* AAU = assigned amount units, där varje enhet är lika med ett ton av CO2 ekvivalenter. ERU = Emission reduction units. CER står för credit emission rights

(Chadwick B.P., 2006)

1.4 Prispåverkande signalement

På grund av det stora överskottet av utsläppsrätter som uppstod 2009 så har EU ETS diskuterat kring en marknadsstabilitetsreserv i fas 4 (2021- 2030) med syftet att nå en mer optimal jämvikt mellan utbud och efterfrågan på marknaden samt för att kunna hantera större marknadschocker, såsom finanskrisen 2008. Denna stabilitetsreserv ska fungera som ett komplement till reduceringsfaktorn för taket på den årliga utsläppsvolymen.

Hur många utsläppsrätter som ska placeras i reserven beror på det totala antalet av utsläppsrätter i omlopp. Definitionen av detta är skillnaden mellan alla utfärdade utsläppsrättskrediter plus alla internationella krediter sedan 1 januari 2008 till slutet av året och verifierade utsläpp sedan 2008 plus utsläppsrätterna i reserven för det året.

(European Commission memo 14/40)

Marknadsstabilitetsreserven även kallad "supply side flexibility" är en del av de strukturella åtgärder som kommissionen föreslår för att hantera de observerade marknadsmisslyckanden på utsläppsrättsmarknaden i form av överskott av utsläppsrätter och en prisvolatilitet som gör det svårt att ge förutsättningar för incitament att investera i teknik för att reducera utsläpp. Problemet med en sådan reserv är att den inte kommer främja incitament för utsläppsminskningar då utbudet av utsläppsrätter kommer att regleras och följa marknadens behov. Detta leder till att om det i en period görs av med många utsläppsrätter kommer det i nästa period att tillföras ännu fler. För att ett sådant system ska fungera krävs det koordination och hänsyn till att systemet inte ska urholka de utsatta planerna för utsläppsminskningar över tiden. Anledningen till varför detta har blivit ett hett diskuterat område är att den tar hänsyn till konjunktursvängningar och på så sätt gör marknaden mindre känslig genom att få en mindre priskänslig produkt.

(Zetterberg et al. 2013)

I rapporten av Zetterberg et al. (2013) diskuteras kommissionens olika förslag till åtgärder för att finna vägen mot en mer optimal jämvikt för marknaden. Zetterberg et al. (2013) tar upp prisgolv både som ett komplement och ett verktyg som tillsammans med ett pristak skulle kunna gå mot en mer optimal jämvikt. Det betraktas i rapporten som ett alternativ till marknadsstabilitetsreserven. Jag kommer inte att gå in mer djupare på denna analys men anser det vara värt att nämna detta som ett alternativ till marknadsstabilitetsreserven.

2. Teoretisk referens

Det finns olika typer av problem med handeln av utsläppsrätter och alla kommer inte att tas upp i den här uppsatsen. Jag kommer endast studera efterfrågesidan och prismekanismen med hjälp av ekonomisk teori och bara kort beröra de ekonomiskt politiska aspekterna då det är oundvikligt att inte diskutera dessa eftersom de påverkar både efterfrågan och utbud.

Syftet med det här stycket är att beakta de mest relevanta ekonomiska teorierna kring externalitetsproblemen och ge en teoretisk beskrivning till hur man kan bemöta dessa. Det blir sedan min referensram och mitt underlag till analysdelen.

Ett problem, som nämnts tidigare, och som får både ekonomiska och klimatpåverkande konsekvenser är "carbon leakage". Det innebär i kort att det genom prissättning på koldioxid finns

en risk att produktion flyttas till andra länder där taken (restriktionerna) för koldioxidutsläpp inte är lika höga eller inte existerar som för de länder som ingår i kyotoavtalet. Detta kan i sin tur bidra till att de totala utsläppen för det landet ökar och att utfallet av de totala globala utsläppen hamnar på en nivå högre än vad det var före införandet av utsläpps rättshandeln.
(ec.europa.eu)

2.1 Externaliteter

Externaliteter är ett marknadsmisslyckande och uppkommer då kostnader för att producera något inte reflekterar alla de kostnader som individer/företag möter och den sociala kostnaden är större än den för producenten och vice versa för positiva externaliteter. I den här uppsatsen handlar det om negativa externaliteter, då samhällskostnader uppstår genom att någon part får ett försämrat utfall på grund av någon annans produktion. Externaliteter behöver inte nödvändigtvis innebära att samtliga marknader och aktörer påverkas. När det gäller utsläpp av växthusgaser är detta ett problem med extrem externalitet då det påverkar hela vår globala värld. Det uppstår alltså ökade samhällskostnader (en välfärdsförlust) och det finns därför behov att internalisera dessa kostnader i den globala ekonomin.

Genom en friare handel ökar den globala ekonomin. Dock finns det en risk för att energiintensiv produktion flyttas till länder med lägre BNP och med lägre incitament för kontroll av utsläpp.
(Tietenberg et al., 2009)

Om koldioxidintensiv produktion flyttas till länder med en lägre utvecklad ekonomi med sämre förutsättningar för att reducera miljöutsläppen blir det oundvikligt att inkludera denna externalitet i ekonomisk-politiska beslut.

I figur 2.1.1 visas hur en aktör på marknaden orsakar för mycket produktion av en produkt med hänsyn till dess utsläppshalt och att priset för att producera varan är för låg med tanke på samhällskostnaden för utsläpp som produktionen bidrar till. $P(m)$ är marknadspriset och $Q(m)$ är utbudet utan hänsyn till externalitet.

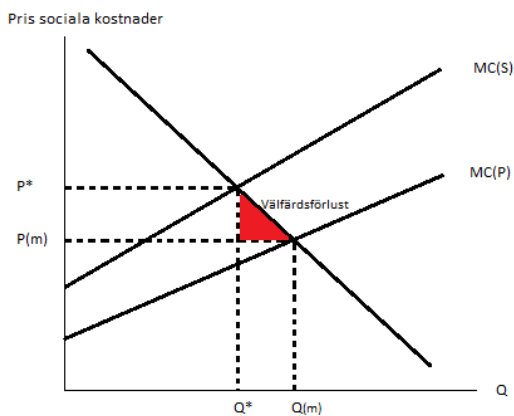
P^* är det pris som producenter borde betala ifall de tog hänsyn till samhällskostnaderna som orsakats av deras produktion. $P^* = Q^*$ är den nya jämvikten som tar hänsyn till dessa kostnader. Den efterfrågade kvantiteten är Q^* . Genom detta utbudstak kommer producenter att möta en högre marginalkostnad. Till följd ökar priset på koldioxid. Detta får sedan spridningseffekter på resten av ekonomin.

Eftersom en vinstmaximerande producent utan utbudsrestriktioner, inte behöver ta hänsyn till de totala kostnaderna när den minimerar sina kostnader (och maximerar sin vinst) uppstår ett marknadsmisslyckande, en välfärdsförlust.

Detta resultat är anledningen till varför det behövs politisk intervention för att lösa detta externalitetsproblem och det är också anledningen till varför avtal gjordes i Kyoto och handelsmarknaden EU ETS startade. Genom att använda politisk intervention på marknaden öppnar man upp för att hitta den lägsta möjliga kostnaden, det vill säga den lägsta marginalkostnaden som producenter på marknaden tvingas att betala för att upprätthålla samma önskade produktionsnivå som samtidigt inte får överstiga nivån för optimal utsläppsnivå (det tak som är redan är satt genom förhandlingar av EU-ETS- medlemmar).

(Tietenberg et al., 2009)

Figur 2.1.1 (Egen konstruerad) - Externaliteter



Coase teoremet är en ekonomisk teori om hur externaliteter kan lösas utan politisk intervention så länge transaktionskostnaderna är tillräckligt låga och äganderättigheterna är tydliga. Det innebär vidare att man uppnår en effektiv lösning i termer av kostnader för att lösa extexternalitetsproblem. För att detta ska vara möjligt krävs en tydlighet i äganderättigheter och att kostnaden för externaliteten redan finns internaliserad i produktionsfunktionen.

(Varian H., 2009)

Externalitetsproblemet för global uppvärmning har transaktionskostnader med en extremt stor storlek. På en global nivå krävs det därför mycket tid och resurser för att hitta en lösning mellan parterna vilket genererar i höga transaktionskostnader, alltså är detta ingen användbar teori i det här fallet. Transaktionskostnaderna för hantering av de globala utsläppen belyses mer i avsnittet om CDM.

2.2 Samhällsoptimal kvantitet av utsläppsrätter

En taxonomi för förorening och utsläpp är viktig för att fördela utsläppsrätter effektivt och för att lyckas kostnadsminimera. Klassificering av utsläpp genom indelning i förnybara energier och icke-förnybara samt deras avtryck på miljön beroende på hur vi mäter är viktigt för att kartlägga en effektiv allokering. Föroreningar delas upp i *stock pollutants* och *fund pollutants*. Stock pollutants är de föroreningar som ackumulerar föroreningar över tid, alltså de ämnen som inte är nedbrytbara. Fund pollutants är de föroreningar som kan absorbera en del av sina utsläpp och så länge de kan absorbera lika mycket utsläpp som de släpper ut är detta effektivt.

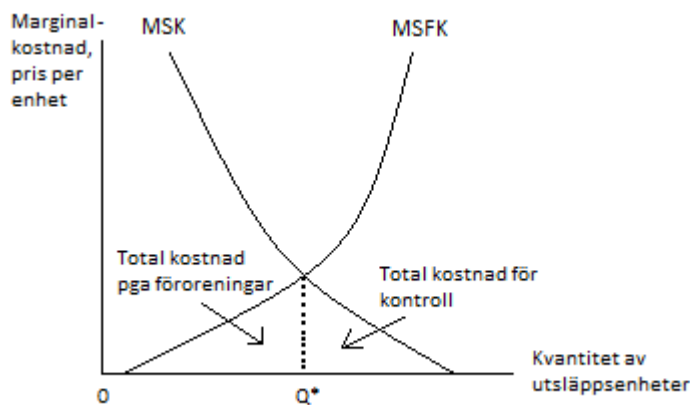
Tietenberg et al. (2009) beskriver föroreningar som *residualerna* mellan produktion och konsumtion, vilket ger en bra bild på hur man bör tillmötesgå problemet med dessa. En allokering av utsläppsrätter som gör att dessa "residualer" blir så små som möjligt är en väg mot en effektiv allokering.

Det är viktigt att förstå hur utsläppsvolymer idag påverkar klimatet i framtiden för att kunna bestämma en samhällsoptimal nivå på hur många utsläppsrätter som ska ges ut. Definitionen av effektiv allokering är därför den nivå som maximerar nutidsvärdet av nettovinsten.

Ur ett samhällsligt perspektiv är en effektiv allokering den där den marginella samhällsliga föroreningskostnaden (MSFK) för utsläpp är lika med den marginella kostnaden (MSK) för att kontrollera detta. MSFK ökar i takt med en ökad kvantitet av utsläpp då större mängder utsläpp orsakar större kostnader för samhället. MSK antas öka i takt med ökat antal kontrollerade utsläppsenheter. Givet att mängden utsläpp är den där $MSFK = MSK$ (jämvikt) kommer kostnaden för de sista kontrollerande enheterna att öka, exponentiellt snabbare än de första enheterna, då kostnaden för de sista enheterna är densamma som för de första men kostnaden delas upp på färre enheter och MSK blir därför högre.

Givet att MSFK och MSK är kända och ser ut enligt figur 2.2.1 är den optimala nivå av utsläpp, Q^* , den nivå där $MSFK = MSK$. Någon annan fördelning skulle bara öka de totala kostnaderna för samhället och därmed vara ineffektivt. Inför ett beslut om en effektiv nivå av mängd utsläppsrätter gäller det att känna till denna jämvikt.
(Tietenberg et al. , 2009)

Figur 2.2.1 – Effektiv allokering av utsläpp



(Tietenberg et al. , 2009, figur 15.2)

2.3 Prismekanism och EU ETS - ett cap and trade system

För att skapa ett sätt att kontrollera utsläppsvolymen och därmed externalitetsproblemet har man valt ett handelssystem där en del av utsläppsrätterna (produkten) delas ut och resterande tillåts säljas på auktion. X antal utsläppsrätter finns sedan till marknadens förfogande där varje utsläppsrätt är lika med ett kilo av koldioxidsekvivalenter och där enheten har ett marknadspris. Priset påverkar efterfrågan och utmaningen med ekonomisk politiska styrmedel är att nå en jämvikt på marknaden där producenter möter den mest kostnadseffektiva produktionen med externalitetskostnaden internaliserad.

Priset på en utsläppsrätt (implicit lika med priset för koldioxid) är en kostnad för vinstmaximerade producenter/företag och de vill givetvis minimera dessa kostnader. För att minimera kostnaden måste man titta på producenternas alternativkostnader. Alternativkostnaden för producenterna är att de effektiviserar sin rening av utsläpp på ett sådant sätt att det blir till en lägre kostnad än den för att köpa³ utsläppsrätter för att upprätthålla samma produktionsnivå eller vinst.

Om priset på utsläppsrätter för att uppnå de uppsatta reduceringsmålen skulle bidra till för höga energikostnader skulle det leda till ett skift i efterfrågekurvan hos konsumenten och detta skulle leda till ett minskat utbud av energienheter. Om det blev dyrare att producera till exempel el, som är en stor producent av koldioxid, så skulle priset på utsläppsrätter sjunka då alternativkostnaden för användning av elproducerad energi borde vara ett billigare alternativ än att köpa utsläppsrätter. Följaktligen skulle efterfrågan på dessa utsläppsrätter minska och därmed priset.

³ Agerande producenter på marknaden för utsläppshandel har redan utifrån EU ETS fördelning tilldelats x antal utsläppsrätter

För att kunna sätta ett tak behöver ETS känna till de samhällskostnader som utsläppsförstöringen bidrar till. Det finns flera modeller för att studera dessa samhälleliga marginalkostnader. En av dem som är värd att nämnas är den för "Marginal Abatement Cost" (MAC-kurvan). Den används frekvent inom miljöekonomiskt arbete på grund av dess relation mellan reducerad mängd utsläpp i ton och priset på CO₂ (eller GHG). MAC-kurvan visar på kostnaden för att eliminera ännu en enhet av utsläpp. Den totala summan av abatement costs är alltså summan av alla marginalkostnader, arean under MAC- kurvan.

En viktig slutsats angående MAC- kurvans hållbarhet (robusthet) är att den endast är robust i det fall den virtuellt är densamma oavsett vilka reduktioner som görs i andra regioner (Ellerman & Decaux, 1998) . Senare studier tar hänsyn till att MAC- kurvan kan förändras över tid på grund av teknisk framgång och andra resurser som kan ändras med tiden. Denna tidsorientering tittar på huruvida ett lands MAC- kurva är tidsberoende genom att MAC-kurvan under period $t=n$ beror på beslut för restriktioner kring GHG (Greenhousegases) tagna i period $t = 0$. Genom att studera laggade värden $t = n-1$ försöker man tidshärledda samband som påverkar marginalkostnaderna. Det finns två kriterier för EPPA – modellen. MAC-kurvan ska mäta den lägsta kostnaden för minskning av utsläpp inom varje sektor och region. Andra kriteriet är att vid utsläppshandel ska dessa kostnader möta ett jämviktspris genom GWP – indikatorer (Good Weighing Practice). (Morris et al. 2008)

Marginalkostnaderna för utsläpp ökar för samhället ju mer utsläpp som produceras. Eftersom små mängder av utsläpp inte allvarligt påverkar atmosfären och naturen, kan den själv hantera dessa utsläpp till en väldigt låg kostnad. Observera att vi inte har en utsläppsnivå lika med noll eftersom vi på en viss (liten) nivå har en nytta som är högre än att inte alls producera dessa enheter av koldioxid. Kostnaden kan då hanteras av marknaden själv enligt *coase teoremet*. Det handlar alltså om en cost-benefit analys, så länge vi har en låg skada med en högre vinst än den skadan kommer vi att producera. När halten av föroreningar i luften ökar så att den sprids från lokal till nationell till internationell nivå ökar kostnaderna därefter. Kostnaderna avser främst transaktionskostnaderna som uppstår när fler parter blir berörda och problemlösningen blir mer komplex.

Så länge marginalkostnaderna inte är lika med marginalnyttan så kommer produktionen att fortgå till dess att denna jämvikt nås, förutsatt att dessa kostnader inte är internaliserade i företagets produktionsfunktion. Ju högre halter av utsläpp som produceras desto svårare blir detta att hantera och det krävs större insatser, därmed högre kostnader för att hålla samma koncentration av koldioxidutsläpp i atmosfären som vid de lägre utsläppsnivåerna.

(Tietenberg et al. 2009)

Marknaden är effektiv när marginalkostnaden för att släppa ut växthusgaser är lika med marginalkostnaden för samhället i form av miljöförstöring. Det är viktigt att samhället kan beräkna dessa marginalkostnader som är de aggregerade marginalkostnaderna för alla producenter på marknaden. I verkligheten är denna effektiva produktionsnivå väldigt svår, nästan omöjlig att uppnå. Det beror på att det krävs enorma resurser från myndigheter för att få information om korrekt utsläppsnivå och kostnaderna för denna. Dessutom kan det finnas incitament för producenter att inte ge symmetrisk information kring dessa marginalkostnader. Då det är svårt för myndigheter att kontrollera är det enkelt för företag att övervärdera sina kostnader och då internaliseras inte hela kostnaden för externaliteten.

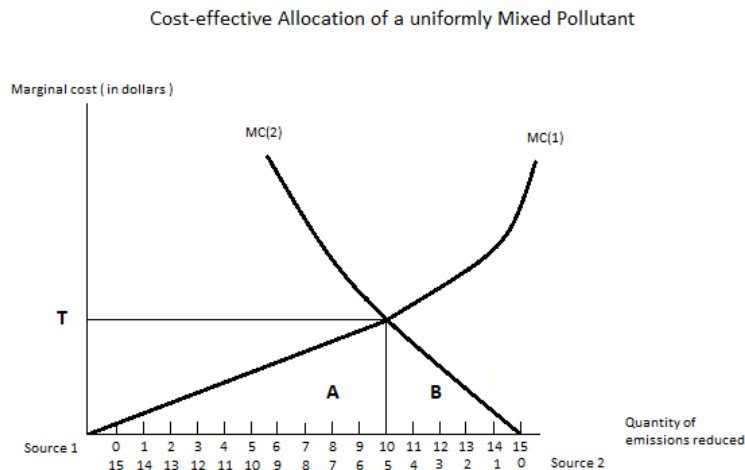
En lösning på detta problem kan vara ett cap-and-trade system som kan uppnå en effektiv marknad utan att den har full tillgång till information om dess kostnader. Att sätta en nivå för totala utsläpp och sedan låta marknaden hitta den mest kostnadseffektiva lösningen är tanken bakom utsläppshandeln. Taket som sätts gör utbudet konstant och man låter därmed marknaden efterfråga styra för att nå optimal jämvikt.

Ett alternativ till ett sådant tak är att sätta en skatt på koldioxid.

(Tietenberg et al. 2009)

Figur 2.3.1 visar hur man genom en skattesats istället kan nå en jämvikt som tar hänsyn till kostnaden för miljöförstöring. Den demonstrerar hur den mest kostnadseffektiva allokeringen för reducering av utsläpp genereras, vilket är endast då $MC_1 = MC_2$, dvs. när marginalkostnaden är densamma för alla producenter.

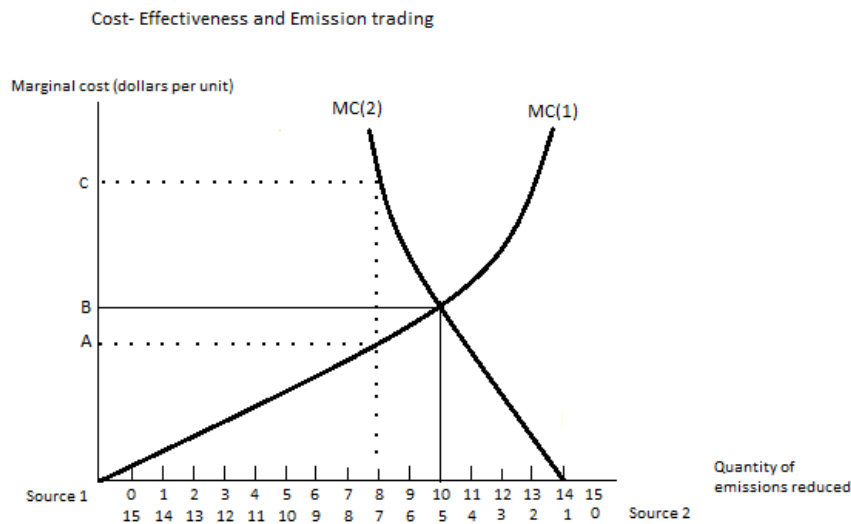
Figur 2.3.1 Kostnadseffektiv allokering
(Tietenberg et al. 2009, figur 15.3)



Figur 2.3.1 visar ett exempel på en skatt (T) som tas ut för producenterna 1 och 2. Målet är att reducera 15 enheter och den effektiva allokeringen blir då 1 = reducerar 10 enheter och 2 = reducerar 5 enheter. I figuren visas alltså den optimala nivån på en skattesats för att kontrollera utsläppsnivån och en högre eller lägre nivå skulle uppenbarligen leda till en ineffektiv marknad. Genom en så kallad trial-and-error-princip kan man komma fram till en nivå där man uppnår en kostnadseffektiv jämvikt samtidigt som man hittar den önskade nivån på utsläppshalten. Problemet med detta är att med en trial-and-error så kommer storleken på denna skatt att variera mycket eftersom den anpassar sig utifrån observationer huruvida man uppnår önskade utsläppsreduceringar och det blir svårt för företagare att få tillräcklig information inför beslut om framtida investeringar. Det kan också ta lång tid att hitta jämvikt.

Det finns ett annat sätt som beslutsfattande myndigheter kan gå tillväga för att komma runt bristen på tillräcklig information om kostnader för att minska utsläpp och nå en optimal jämvikt för marknaden. Genom en marknad med utsläppshandel kan man hitta en jämvikt som är kostnadseffektiv, s.k. "command-and-control". Myndigheter släpper endast ut så många utsläppsrätter som genererar den nivå av utsläpp som är tillåten enligt beslut tagna av delaktiga parter. Dessa delas sedan ut enligt överenskommen fördelning och/eller genom auktionering. Detta kallas *cap and trade-principen*. I figur 2.3.2 visas hur detta kan leda till en kostnadseffektiv fördelning och hur det skapar incitament för producenter att vilja köpa/sälja dessa utsläppsrätter för att minimera sina kostnader för rening/energieffektivisering eller även kallat "kontrollerade utsläpp".

Figur 2.3.2 – Kostnadsminimering och utsläppshandel
(Tietenberg et al., 2009, figur 15.6)



I figur 2.3.2 illustreras hur man når kostnadsminimering och jämvikt på marknaden genom utsläppshandel. Genom att sätta ett tak på antal utsläppsrätter som i exemplet för figur 2.3.2, där de totala utsläppen är 15 enheter (punkt B). Anta att producent 1 (source 1) har tilldelats 7 utsläppsrätter och producent 2 (source 2) har tilldelats 8 utsläppsrätter. Detta innebär att producent 1 måste kontrollera 8 enheter och producent 2, 7 enheter. Med hjälp av en öppen marknad för utsläppshandel finns det möjlighet för de två aktörerna att handla med varandra. Utan handel av utsläppsrätter skulle marginalkostnaderna för aktör 2 bli betydligt mycket högre än om de ingår handel med varandra, (jämför A med C). Eftersom producent 2 har mycket högre marginalkostnader än producent 1 så finns det incitament för handel och jämvikten kommer att hamna på den nivå där producent 1 kontrollerar 10 st enheter och säljer 2 st utsläppsrätter till producent 2 (se punkt B). Det vill säga när $MC_1 = MC_2$. Detta visar på att så länge marknaden är flexibel så kommer handel med utsläppsrätter att ske tills dess att $MC_1 = MC_2$ dvs. den nivå där ingen av aktörerna kommer att tjäna på ytterligare handel och marknaden är i optimal jämvikt. Exemplet i figur 2.3.2 visar att för producent 1 blev det billigare att sälja 2 av sina utsläppsrätter och sedan själv stå för kostnaden av rening för de resterande 10 enheterna. För aktör 2 blev det billigare att köpa ytterligare 2 utsläppsrätter och sedan betala kostnaderna för rening av dess resterande 5 enheter. Alternativet att producenterna inte skulle ingå handel, dvs. om inte en öppen handelsmarknad med utsläppstak utan men att de fortfarande utifrån myndighetsbeslut varit tvungna att minska 15 enheter av utsläpp, skulle leda till uppenbart dyrare kostnader. Enligt denna teori med cap-and-trade marknad kan man få producenter att minska sina utsläpp samtidigt som man har uppnått en kostnadseffektiv jämvikt.

2.4 International emission trading (IET)

IET är marknaden för EU ETS. Utgångspunkten är att en nation (respektive Annex B land enligt kyotoprotokollet) har anslutit sig till kyotoavtalets reduceringsmål (Annex A i kyotoprotokollet) och sedan har tilldelats utsläppsrätter enligt ETS direktiv. Varje land kan sedan bestämma hur de vill utnyttja dessa tilldelade utsläppsrätter. I de fall man inte behöver alla kan man sälja dessa på utsläppsmarknaden till producenter/nationer som efterfrågar dem. De utsläppsrätter som tilldelas är AAU (assigned amount units). Även dessa kan säljas på andrahandsmarknaden och kallas då för

EUA's (European Union Allowance). Man kan även handla med CER – krediter som genereras via CDM – projekt (den andra mekanismen inom handlingsystemet) samt ERU's (Emission reduction units) som ges genom JI – projekt (den tredje mekanismen).
(UNFCC website kyotoprotocol)

Tabell 2.5.1 visar exempel på de olika typer av handelsvaror som finns att tillhandahålla på utsläppsmarknaden (IET) samt hur de uppstår och för vilka områden de främst handlas någonstans.

Tabell 2.5.1 – Namn och ursprung på utsläppsrätter

Namn	Ursprung	Kan användas i global handel	Kan användas för överlämnande i EU
AAU(assigned amount units) → (EUA's)	Internationella utsläppsrätter som FN tilldelar varje land med ett åtagande enligt KP*	Ja, handel sker då främst mellan stater	Nej
CER (certified emission reduction)	Utsläppskrediter från CDM – projekt	Ja	Ja, men i begränsad utsträckning
ERU(Emission reduction units)	Utsläppskrediter från JI-projekt	Ja	Ja, men i begränsad utsträckning
RMU (Removal units)	Utsläppskrediter enligt KP från inhemska utsläppsminskande projekt som rör kolsänkor	Ja, handel sker då främst mellan stater	Nej
tCER (Temporary certified emission reductions)	Utsläppskrediter enligt KP från inhemska utsläppsminskande projekt som rör kolsänkor i utvecklingsländer	Ja	Nej
ICER (Long certified emission reductions)	Samma som för tCER men med längre giltighetstid	Ja	Nej
VER (Voluntary Emissions reductions)	Utsläppskrediter från den oreglerade marknaden	Nej, accepteras inte i den globala utsläppshandeln under KP	Nej

* KP =Kyotoprotokollet

(Statens energimyndighet, 2011:25)

2.5 Clean development mechanism (CDM)

CDM innebär att länder via direktiv från Kyotoavtalet kan investera i projekt som genererar reduktion av utsläpp i produktionen utanför ETS avtalsregion. För detta får länderna utsläppskrediter s.k. CER's. Dessa kan sedan användas till egen inhemska produktion eller säljas vidare. Detta innebär att när en producents tillåtna volym av antal koldioxidkvaliteter redan är utnyttjade kan man söka förvärva dessa krediter genom CDM-projekt. Genom att minska utsläppen globalt utanför de ingående avtalsländerna kompenseras de extra inhemska utsläppen och på så sätt upprätthålls målen för Kyotoavtalet.
(UNFCC website kyotoprotocol)

Syftet med CDM är att tillsammans med de två andra mekanismerna driva en så kostnadseffektiv reduktion av GHG (greenhouse gas) som möjligt. Det finns dock en risk med att kostnaderna för att kontrollera de restriktioner som CDM ger upphov till, kan bidra till att transaktionskostnader som

övervakning och utvärdering, kan underminera syftet med CDM som mekanism, dvs. att vara kostnadseffektiv. Utöver kostnader som transaktionskostnader måste CDM även ta hänsyn till risken med carbon leakage som nämndes tidigare i detta avsnitt.

När producenter mottar en kredit för utsläppsrätter (alltså en värdehandling) är det viktigt att dessa krediter verkligen bevisar minskningen av växthusgaser i atmosfären, för det är ju det som är värdet i varan man köper. För att inte en massa ”meningslösa” CER’s ska kunna uppstå behövs därför processer och bevakning av en sådan marknad. Kontroller för att se att den minskade halten av koldioxid i luften motsvarar rätt antal utsläppta CER’s. Detta system kräver därför transaktionskostnader för att kunna existera. Genom att hålla dessa transaktionskostnader så låga som möjligt (se tabell 1.3) och nå en nivå av hög kvantitet av producerade CER’s kan systemet agera som mest effektivt.

Då producenter av CER efterfrågar ett högt pris som skapar en efterfrågan på dessa krediter och CDM kan producera många kvantiteter av dessa CER – krediter som möjligt blir resultatet att aktörerna når en jämvikt då det finns många kvantiteter som möjligt (men med så låga transaktionskostnader som möjligt). Det är också därför CDM anses vara den mest priskänsliga mekanismen.
(Chadwick B.P., 2006)

Tabell 2.6.1 – CER, Effektivitet genom pris och utbud

Högt pris på CER/lågt antal av CER	Lågt pris på CER/Hög kvantitet av CER	Lågt pris/låg kvantitet CER	Högt pris CER/hög kvantitet
CDM är ineffektivt då det är alldeles för dyrt för att producera och det är inte heller effektivt som styrmedel för att minska utsläppen	CDM är som mest effektiv	CDM som mekanism är ineffektiv	CDM är effektivt för att vara ett styrmedel för att sänka utsläpp men ineffektiv för att den inte producerar kostnadseffektivt.

(Chadwick B. P.,2006)

I Chadwicks rapport (2006) är slutsatsen att transaktionskostnader är väsentliga för CDMs effektivitet som styrmedel och genomförandet av ett CDM projekt.

För att komma fram till huruvida CDM projekt är berättigade och ekonomiskt tilltalande är således att NPV(net present value) är lika med inkomsten för ett CDM projekt. Denna ekvation beror i sin tur på följande faktorer; den förväntade volymen av CER’s, förväntat marknadspris på CER, storleken på transaktionskostnaderna.

En Baseline representerar den volym av GHG som ett projekt skulle genererat utan att CDM projektet tillämpas. Denna ”baseline” är sedan utgångspunkten för att beräkna den additionella vinst samt beräkning av den ökning av reducerade GHG som ett CDM projekt uppskattas till.

(Kyotoprotocol article 44)

2.6 Joint implementation (JI)

“A JI project must provide a reduction in emissions by sources, or an enhancement of removals by sinks, that is additional to what would otherwise have occurred. Projects must have approval of the host Party and participants have to be authorized to participate by a Party involved in the project.”
(UNFCCC website – joint implementation)

JI är tillsammans med CDM och marknaden för utsläppshandel en mekanism för producenter att genom handeln få möjlighet att utöka sina utsläpp i det fall att man minskar motsvarande utsläpp någon annanstans och därmed bidrar till en ackumulerat sett ökad teknisk kunskap för reducering av utsläpp och för en mer hållbar resursanvändning. På många sätt är detta likt tanken bakom CDM. CDM och JI är båda projektbaserade mekanismer. Skillnaden mellan CDM och JI är att JI – baserade projekt är handeln mellan parter inom Kyotoavtalet, det vill säga mellan Annex B- länder. CDM-projekt handlar mellan ett land Annex B –land och ett icke Annex B- land.

Eftersom det görs investeringar med JI -projekt för att skapa en mer kostnadseffektiv produktion för en producent och det i länder där det inte finns samma incitament till att minska utsläpp som de länder har som har åtagit sig Kyotoprotokollets ramverk innebär det en risk att länder med CDM åtagande kan överestimera sina kostnader. På så sätt kan de få igenom fler projekt som ger en högre intäkt eftersom syftet med mekanismen även är att uppnå kostnadseffektivisering. Det är svårt för myndigheter att uppskatta dessa kostnader som hade infallit om "business as usual" förekommer, det vill säga alternativet till att man inte ingår ett avtal och inte handlar med utsläppsrätter. (UNFCCC website – joint implementation)

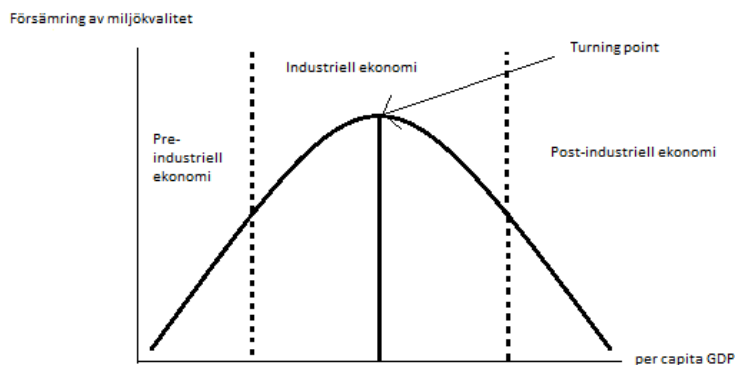
2.7 Environmental Kuznets curve

Utgångsläget och därmed förutsättningarna för att finna lösningar på negativa externaliteter kring utsläpp varierar globalt och det är viktigt att beakta detta när man tittar på vilka politiska interventioner som är de mest effektiva. Environmental Kuznets curve (EKC) visar ett samband mellan BNP och miljöpåverkan genom en inverterad U-formad grafisk kurva. Den visar hur preferenserna för att anta miljöeffektiva lösningar och skifta sin produktion mot mer miljövänliga produkter står i relation till BNP tillväxten. Teorin säger att när en ekonomi är tillräckligt välutvecklad så ökar villigheten att konsumera/producera mer miljövänligt. Man kan jämföra en "god miljö" som en normal vara. Det skulle innebära att ju mer inkomsten ökar (utökad budgetrestriktion) desto mer skulle efterfrågan på god miljö öka. (Tietenberg T. et al., 2009)

Teorin bakom EKC utvecklades utifrån originalteorin för Kuznets kurvan som ser samband mellan inkomstfördelning och BNP och blev uppmärksam av ekonomerna Gene M. Grossmans och Alan B. Kruegers rapport från 1991 där tanken bakom denna teori är att för att nå en bättre miljökvallitet måste först ekonomin växa och därmed försämla dessa förhållanden för att nå resultatet av ökad ekonomisk tillväxt och förbättrad miljökvallitet. (Lieben C.M., 2003, sekundär källa)

EKC's teori ifrågasätts av Magnani (2000). I sin rapport visar hon att även inom hög-inkomst länder så skiljer sig dessa preferenser och att det inte är säkert att säga att bara för att det finns en ökad ekonomisk tillväxt så kommer detta att leda till ökad kontroll av miljöutsläpp. Den nedåtgående lutningen av segmentet i EKC uppkommer endast, och endast om ekonomisk tillväxt inte leder till en stor ökning i inkomstfördelning. (Magnani E., 2000)

Figur 2.3.4 (EKC)



Förhållandet som illustreras i figur 2.3.4 visar att ju rikare en ekonomi blir desto mer föroreningar kommer den att orsaka till dess att den når en tangeringspunkt. Denna punkt uppstår dels när ekonomin skiftar fokus på vad den producerar, från varor till tjänster, som generellt släpper ut mindre utsläpp dels att en ökad efterfråga på god miljö leder till en annan samhällsekonomisk politik. Enligt Lieben (2003) är uppfattningen rörande teorin bakom EKC att givet vi inte kan leva med en oändligt exponentiellt ökande funktion mellan inkomst och miljöförstöring, så kommer vi därmed ändra våra preferenser för att bli mer miljöeffektiva när vi når en tillräcklig nivå som höginkomsttagare.

3. Metod och data

För att analysera EU ETS som ett ekonomiskt styrmedel där prismekanismen mellan utbud och efterfrågan ska leda till en minskad efterfråga för koldioxidutsläpp har jag valt att titta på faktorer som kan påverka marknadspriset. Mitt syfte är att på så sätt kunna säga något om efterfrågan på utsläppsrätter genom att studera prisutvecklingen. Information om prisutvecklingen underlättar för framtida långsiktiga investeringar inom miljöeffektivare teknisk utrustning. Det är vidare intressant även för handelssystemet i sin helhet genom att prisnivån får direkta konsekvenser på alternativa kostnader till utsläppsrätter.

3.1 Val av data

Mått på ekonomisk tillväxt, mätt i *BNP* priser med justering för inflation, är min första förklarande variabel i min modell. En ökning i *BNP* ger en ökad produktion och därmed kan påverka efterfrågan på utsläppsrätter. Däremot behöver detta inte vara korrelerat. Beroende på faktorer såsom vilken typ av industri som bidragit till ökningen och vilken storlek på *BNP*-ökningen kan det visa sig att ingen korrelation finns. Det blir också intressant med *BNP* som variabel då utbudssidan för marknaden med utsläppsrätter antas vara fast. En minskning av *BNP* betyder att ekonomin befinner sig i en lågkonjunktur, vilket borde sänka efterfrågan då mindre produktion kräver mindre inköp av utsläppsrätter.

Vidare kan man tänka sig att CO^2 ökar på kort sikt med *BNP* då man befinner sig i en högkonjunktur eller att efterfrågan minskar genom en ökad efterfråga på god miljö trots att produktionen enligt *BNP* som indikator har ökat.

Antagandet om att *spotpris på olja* har en direkt påverkan på efterfrågan för andra alternativa energier som bränsle, utgör valet av min andra ekonomiska variabel. Att använda denna som

förklarande variabel ligger till grund i att oljepriset dels är en marknadsledande energikälla men att priset på oljan också påverkar alternativkostnader till andra mindre koldioxidintensiva bränslen. Energimyndigheten uttryckte i sin rapport "Prisutvecklingen på el och utsläppsrätter samt de internationella bränslemarknaderna" (2005) att relativpriset på naturgas och kol som alternativa bränslen åtföljs av oljepriset och att dessa påverkar marginalkostnaderna för utsläppsrening. Som nämnts i teoridelen så är marginalkostnader en viktig faktor för att kunna härleda efterfrågan på utsläppsrätter och därför har jag valt att ta med oljepriset. Det kan ju vara så att elpriset skulle ge en större signifikant påverkan men eftersom denna är beroende av oljepriset har jag valt den senare.

Räntan har jag valt som min tredje förklarande variabel eftersom denna borde indikera direkt påverkan för investeringsbeslut kring förbättrad teknisk utveckling samt investering i nya mindre energiintensiva produktionslinjer. Räntan tolkas här som en möjlighet för investeringar eller icke-investeringar för de alternativa marginalkostnaderna.

Priset på utsläppsrätter är min beroende variabel och priset i den här analysen är för EUA's, dvs. de utsläppsrätter som först har allokerats ut och sedan auktioneras ut på marknaden för IET. Detta är den främsta handelsvaran på utsläppsrättsmarknaden för EU ETS, därför anser jag den vara en god representant för marknaden.

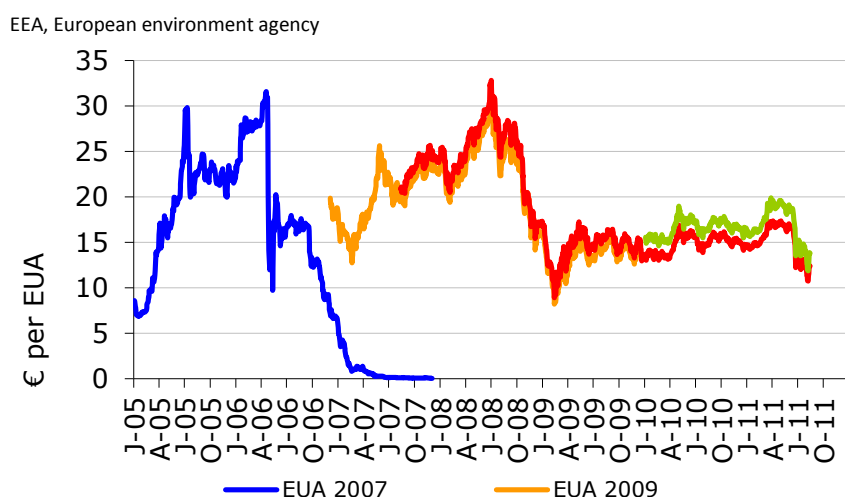
Det bör också beaktas att ingen hänsyn har tagits till utbudet i mitt val av förklarande variabler eftersom det antas vara konstant. Det är vidare viktigt att poängtera att ett antagande om ett fast utbud inte är helt adekvat då det löpande sker förändringar eller i alla fall debatter för reduceringstakten på minskade koldioxidutsläpp. Dessa faktorer kan i sin tur påverka de förväntningar intressenter har på priset i framtiden och därmed påverka efterfrågan.

Graf 3.1.2 illustrerar prisutvecklingen för EU18 – länderna under perioden 2005 – 2011. Mellan år 2007 och 2008 pågick en utfasning mellan fas 1 och fas 2 och år 2012 och framåt hör till fas 3. Inledningen till fas 3 tog alltså fart redan i 2011 och man kan se dess påverkan på prisutvecklingen. Där är två stora prisfall i min data och detta beror till största del på övergången från en fas till en annan.

En trolig förklaring till prisfallet under 2008 är finanskrisen. När den bröt ut fick många energiintensiva industrier det tufft och produktionen sjönk som en konsekvens. Därmed borde efterfrågan på utsläppsrätter också sjunkit som en följd.

Tidsseriedatan för min analys är förhållandevis kort. Med många exogena händelser och pågående utvecklingar av handelssystemet gör att resultat utifrån den valda tidsserien ska hanteras med försiktighet och ses mer som indikationer till vad som påverkar prisutvecklingen av utsläppsrätter än som bevis.

Graf 3.1.2 – Prisutvecklingen på utsläppsrätter



Data som används är tidsserier av rådata hämtad från olika databaser. Vissa restriktioner i den tillgängliga data har gjort mig tvungen att anpassa mitt dataurval. Jag har räknat om dessa till kvartal då detta var den minsta gemensamma nämnaren där jag kunde få tillräckligt med observationer. Med en kvartalsvis data fick jag fram totalt 30 observationer för samtliga utvalda variabler och därmed tillräckligt med data för att kunna genomföra min regressionsanalys. Alla priser är i Euro. Tidsserien som valts startar från 2005, kvartal 1, fram till 2012, kvartal 2. Tillgänglig data över prisutvecklingen och min beroende förklaringsvariabel, presenterar endast data för EMU- länderna⁴. Till följd är all annan insamlad data representativ för EMU. Min tanke var självklart att studera data för alla 28 – medlemsstater för EU ETS men aggregerad data från EMU – länderna, totalt 18 medlemsstater anser jag vara tillräckligt för att göra en analys på ett övergripande europeiskt perspektiv.

BNP representerar ett aggregerat BNP för alla EU18 länderna eftersom en regressionsanalys för varje enskilda land skulle bli alldeles för tidskrävande och inte säga mycket om den totala efterfrågan. Givetvis är det intressant att titta på hur varje unikt lands efterfråga sammanfaller med vald beroende variabel. Med tanke på den här analysens ganska breda och generella val av data så anser jag att utifrån att problemet kring koldioxidreducering är ett globalt problem så gör jag antagandet om att EU18 i detta fall ses som en relativt homogen grupp i sammanhanget. Därför anser jag det fullt tillräckligt att göra en analys på aggregerad nivå.

3.2 Metodval – OLS modellen

Genom en regressionsanalys med ovan utvalda faktorer vill jag försöka hitta presumtiva indikationer på priset för EU ETS som utsläppsrättsmarknad och studera huruvida dessa faktorer kan säga något om prisutvecklingen på utsläppsrätter och indirekt på efterfrågan. För att kunna göra denna analys så använder jag mig av en vanlig multipel regressionsmodell, modell 1.

$$E(EUA_i) = \beta_1 + \beta_2 BNP_i + \beta_3 OP_i + \beta_4 R\ddot{a}nta_i + e_i \quad \text{Modell 1}$$

⁴ EMU = European Monetary Union. Länder i EU som har infört euron som sin valuta är EU18; Belgien, Cypern, Estland, Finland, Frankrike, Grekland, Irland, Italien, Lettland, Luxemburg, Malta, Nederländerna, Portugal, Slovakien, Slovenien, Spanien, Tyskland, Österrike. (*eu-upplysningen.se*)

Där i = tiden, d.v.s. observerad kvartalsdata, $E(\text{EUA})$ = förväntade priset på utsläppsrätter i Euro, BNP = aggregerad BNP för EU18 länder, OP = Spot pris på råolja i euro, Ränta = ränta i euro, e_i = slump termen, det vill säga skillnaden mellan observerade EUA och det förväntade värdet av E , $E(\text{EUA})$.

Som ekonometrisk metod använder jag OLS (Ordinary least squares). Estimatorn visar oss hur den anpassade linjen kommer att se ut utifrån den observerade datan. OLS som metod har till uppgift att hitta de skattade estimatorerna för $(\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4)$ som är bäst anpassade till den räta linje som förväntas av värdena på Y och X -variablerna. Det vill säga att summorna av de kvadrerade avstånden mellan den anpassade räta linjen och observationerna från x_i och y_i - variablerna är minimerade. Ju mindre residualerna är, skillnaden mellan punktskattningen från den räta linjen och observationer, desto bättre regression kan man få från datan. För att kunna testa att min modell är en bra modell kommer jag att testa för att kraven för OLS är uppnådda, såsom väntevärdesriktighet, effektivitet och konsistens.

4. Empirisk analys

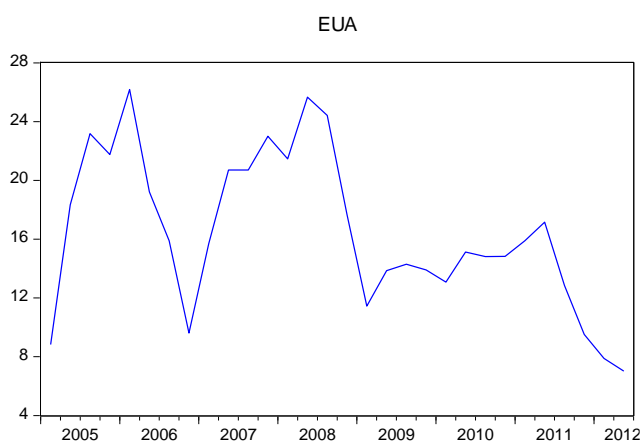
4.1 Grafisk data

EUA priser

Illustrationen av EUA priserna i graf 4.1.1 nedan visar på svårigheten att kunna förklara vad som påverkar priset då denna rör sig minst sagt volatilt. Där är en markant nedgång i pris under andra halvan av 2006. Detta kan förklaras av att man då började förbereda inför fas II. Nedgången under 2011 kan indikera på att det i 2012 var dags för en ny fas igen, då fas III. Data är ifrån fas I och II. Där är en stor prisökning vid starten av handelssystemet samt en i början av fas II. Orsakerna till dessa kan vara man köpt fler utsläppsrätter än vad produktionen krävt och att informationen för hur utbudet av utsläppsrätter skulle allokeras inte varit transparent då marknaden finner sig på ett icke-moget stadium.

Energimyndigheten (2005:35)

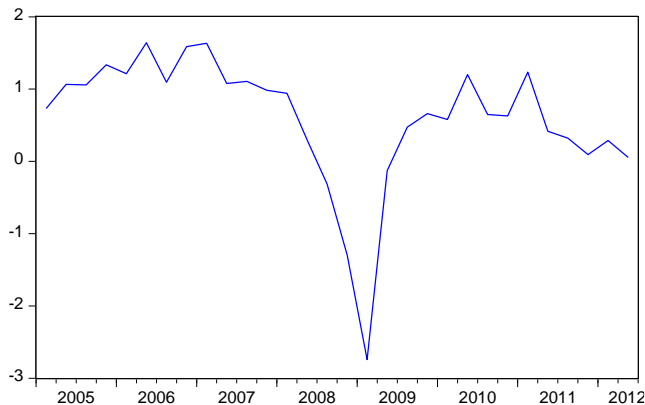
Graf 4.1.1 EUA priser (skapad i Eviews, data från EEA (European environment agency))



BNP tillväxt i %

Grafen 4.1.2 visar en mer tydlig trend än datan för EUA, där är mindre volatilitet. Det är lätt att se lågkonjunktursens start under 2008 genom att titta på den djupt nedåtgående trenden. Det finns inte samma tydliga nedåtgående trend som i data för BNP än för EUA priserna för tidsserien under slutet 2006, under 2008 samt i slutet av 2012. Detta kan tyda på att det finns andra faktorer än finanskrisen som orsakar de avvikande trenderna för EUA priserna.

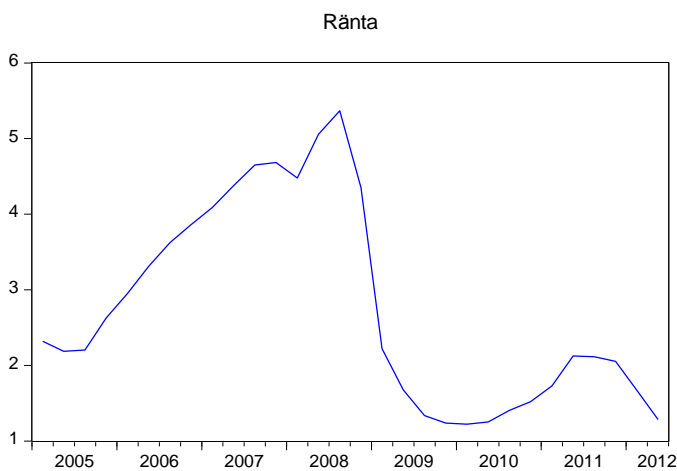
Graf 4.1.2 BNP tillväxt (skapad i eviews, data från ECB)
BNPTillväxt



Räntan

Trenden för räntan i graf 4.1.3 följer något den för EUA, förutom under de olika FAS-perioderna. Det finns en stor ökning av enheter under 2005 men en tydlig nedgång under 2008, återigen som avspeglar finanskrisen och den lågkonjunktur som trädde in. Räntenivån under slutet av perioden för tidsserien har också mindre fluktuationer vilket motsvarar beteendet hos data för EUA. Där verkar finnas möjlighet för en viss relation mellan dessa variabler.

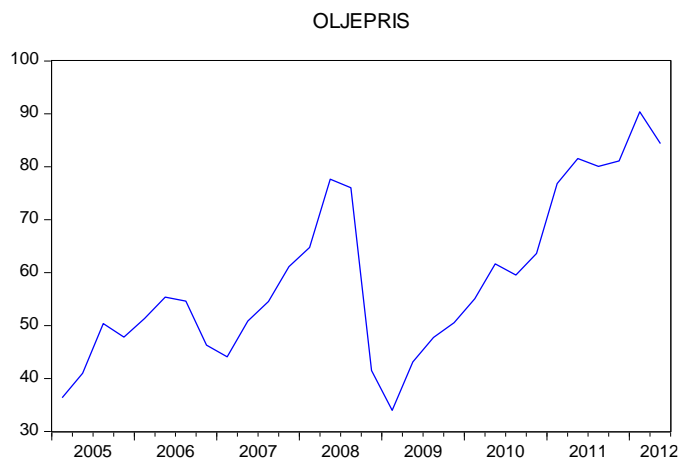
Graf 4.1.3 Ränta (skapad i eviews, data från ECB)



Oljepriset

Trenden i graf 4.1.4 som den observerade datan visar framhäver återigen spåren av finanskrisen. Trenden verkar följa den för BNP men med relativt sett mindre fluktuationer. När priset för EUA under 2011 tydligt har en nedåtgående trend fortsätter oljepriset uppåt men vänder senare. Det verkar inte finnas en förklaring till EUA's priser sett utifrån oljeprisets utveckling.

Graf 4.1.4 Oljepris (skapad i Eviews, data från Europe Brent, omräknat till Euro med växelkurs 0,7485)



4.2 OLS regression

Först gör jag en regressionsanalys med OLS med modell 1 enligt tabell 4.1. Sedan plockar jag ut mina residualer för att titta om dessa är stationära. Min modell jag använder är samma som presenterats i stycke 3.2.

$$E(EUA_i) = \beta_1 + \beta_2 BNP_i + \beta_3 OP_i + \beta_4 R\ddot{a}nta_i + e_i \quad \text{Modell 1}$$

I tabell 4.1 återges mina resultat för mitt första OLS-test. Det gav ett signifikant resultat för räntan som förklarande variabel. De andra förklarande variablerna var ej signifikanta. Räntan fick ett p-värde på 0,0006. Med en signifikansnivå på $\alpha = 0,05$ kan jag förkasta H_0 då $p < 0,05$. Jag kan alltså inte utesluta att där inte finns en förklaringsgrad av min ränta variabel i min modell. Vidare kan jag utifrån mitt resultat på koefficienten utläsa att om "allt annat lika" så skulle priset gå upp med 2.3654 euro vid en höjning av räntan med en procentenhet. Vice versa gäller i det fall att räntan skulle sänkas med en procentenhet.

Förklaringsgraden (R^2), som visar hur bra modellen förklarar datan, är på en nivå på 45 %. Detta säger att 45% av variansen i den beroende variabeln kan förklaras av variansen i de förklarande variablerna i min modell.

Det finns alltså fler förklarande variabler till min modell än de som jag har valt ut.

Koefficienten för BNP är positiv i relation till EUA vilket låter rimligt då en ökad ekonomisk tillväxt borde ge en större efterfrågan på priset på utsläppsrätter och priset på utsläppsrätter stiger. Att så är fallet kan jag inte dra slutsats kring då resultatet inte är statistiskt signifikant. Vidare har oljepriset ett negativt samband till prisutvecklingen vilket innebär att om oljepriset ökar så sjunker priset på EUA med -0,0171 euro. Det finns alltså ett negativt samband mellan dessa variabler men inte heller här är resultatet signifikant så kan jag inte uttala mig om att så är fallet.

Tabell 4.1

OLS – regression, modell 1

Antal observationer 30

Oberoende variabler; Samlad BNP tillväxt % för EMU - länderna, ränta, Spotpris på Olja

Parameter	Koefficient	Stand.avvikelse	t-stat	P - värde
Konstant	10.22522	3.633413	2.814219	0.0092
BNP tillväxt %	1.179307	0.895762	1.316541	0.1995
Oljepris	-0.017065	0.051273	-0.332828	0.7419
Ränta	2.365394	0.600836	3.936840	0.0006
R ²	0.415643			
DW – stat	0.830952			

4.3 Stationäritet – Dickey fuller testet

Efter att ha gjort mitt första test med OLS vill jag studera huruvida det finns icke-stationäritet i mina variabler för att inte dra felaktiga slutsatser kring linjära samband mellan variablerna i min modell. Genom att göra ett enhetsrotstest för β_k kan jag se ifall någon av variablerna är icke-stationära och i så fall skulle ge mig missvisande information i min inferens. Jag har testat för stationäritet för varje variabel i min modell på nivåform samt gjort ett enhetsrotstest för mina residualer.

Dickey fuller testet som jag använder för att testa stationäritet är en typ av enhetsrotstest som bygger på en autoregressiv modell som illustreras nedan:

$$AR(1) \text{ modell: } y_i = \beta_0 + \beta_k y_{i-1} + e_i$$

Modellen ovan används för att testa varje variabel i modell 1 för stationäritet, där k är den parameter som testas och i är index för tiden då observationen gjordes. För att det inte ska finnas en enhetsrot i variabeln och därmed ingen autokorrelation i slump termen så att denna inte växer till att bli större och större med tiden gäller att $-1 < \beta_k < 1$.

Genom att sätta $\beta_0 = 0$ och $\beta_k = 1$ ger detta $y_i = y_{i-1} + e_i$ eller $e_i = y_i - y_{i-1}$.

Detta visar att skillnaden på tidsvärdena för y_i är lika med slump termen och visar på att variabeln y_i rör sig slumpmässigt. Hypotesen för detta test är att β_k har en enhetsrot och därmed är icke-stationär då $\beta_k = 1$.

(Westerlund J. 2005)

Nedan är de resultat som jag fick fram. För att $\beta_k = 1$ ska gälla ska värdet på t-stat vara mindre än de kritiska värdena. Att testa på nivåform innebär att jag inte använder differenser på variabeln.

Resultaten visar att samtliga variabler har en enhetsrot. Därför går jag vidare och gör en regressionsanalys med OLS för att då kunna testa även mina residualer för stationäritet. Om dessa är stationära kan jag gå vidare med min analys.

BNP tillväxt

Nollhypotesen, $H_0: \beta_2 = 1$, kan inte förkastas då testets t – statistiska är mindre än de kritiska värdena och jag kan inte förkasta att BNP har en enhetsrot och därmed kan jag inte säga att den är stationär.

Tabell 4.3.1 Dickey fuller test, BNP, nivåform, ensidigt test
p – värde, med trend och intercept

t-stat	-2.398842
P – värde	0.3724
Kritiska värden	
1%	-4.309824
5%	-3.574244
10%	-3.221728

Eviews, unit root test

Oljepris

Nollhypotesen, $H_0: \beta_3 = 1$, att variabeln har en enhetsrots kan inte förkastas på nivåform då stationäritet hos variabeln finns för samtliga signifikansnivåer.

Tabell 4.3.2 Dickey fuller test, Oljepris, nivåform, trend + intercept

T –stat	-2.979364
P – värde	0.1552
Kritiska värden	
1%	-4.323979
5%	-3.580623
10%	-3.225334

Eviews, unit root test

Ränta

Nollhypotesen, $H_0: \beta_4 = 1$, att variabeln har en enhetsrot kan inte förkastas på nivåform då stationäritet hos variabeln finns för samtliga signifikansnivåer.

Tabell 4.3.3 Dickey fuller test, Ränta, nivåform, trend + intercept, ensidigt test p -värde

T –stat	-2.682420
P – värde	0.2506
Kritiska värden	
1%	-4.323979
5%	-3.580623
10%	-3.225334

Eviews, unit root test

Residualer

DF-testet i graf 4.3.4 visar på att vi har stationäritet i residualerna då t-stat är högre än samtliga kritiska värden. Detta är ett bra resultat eftersom det innebär att jag kan lita på min att min modells inferens och jag kan gå vidare med min analys.

Tabell 4.3.4 Dickey fuller test, Residualer, nivåform, none, ensidigt test p -värde

T –stat	-4.808511
P – värde	0.0000
Kritiska värden	
1%	-2.653401
5%	-1.953858
10%	-1.609571

Eviews, unit root test

4.4 Korrelation

För att se om där kan finnas tecken på korrelation mellan mina variabler tar jag fram korrelationsmått enligt tabell 4.4.1. Statistiken har jag hämtat från Eviews utifrån min tidigare ihopsamlade data.

Regeln för att det ska finnas en korrelation mellan de förklarande variablerna är att värdena ska ligga mellan ett intervall på $[-1, 1]$. Matematiskt innebär korrelation kovariansen mellan x och y genom roten ur variansen av x gånger variansen av y .

(Westerlund J. 2005)

Som man kan se i tabell 4.1 så finns det en svag korrelation mellan samtliga variabler och därför inte relevant för att konstatera korrelation

Tabell 4.4.1 - Korrelation

	BNP tillväxt	Oljepris	Ränta
BNP	1.000000	0.026639	0.077745
Oljepris	0.026639	1.000000	-0.067287
Ränta	0.077745	-0.067287	1.000000

(Eviews, data från ECB, EEA, Europe Brent)

4.5 Durbin Watson – test för seriell korrelation

Vid tidsserieanalys är det mycket vanligt med seriell korrelation och för att testa min data för detta tittar jag på Durbin Watson (DW) - statistikan i min OLS regression. Värdet för Durbin Watson testet från tabell 4.1 ger ett DW = 0,8310. De kritiska värdena läser jag ut enligt sammanställning i tabell A.5 från J.Westerlunds bok. Med en signifikansnivå på 5 % och med $N = 30$ och $K = 4$, $N =$ antal och K är lika med antalet parametrar i modellen så blir $d_L = 1,214$ och $d_U = 1,650$ (lägre respektive övre gräns). När DW- värdet $< d_L$ förkastas H_0 som säger att det inte finns en positiv autokorrelation. Jag kan alltså inte utesluta att det finns autokorrelation. Detta innebär att min modells OLS – estimatorer inte längre har lägst varians och alltså inte är BLUE⁵.

För att ta hänsyn till den seriella korrelationen mellan mina variabler så testar jag även residualerna med en moving average – parameter (MA).

MA –modellen är en förening av slump termen med en linjär kombination av föregående och nuvarande värden, till skillnad från AR – modellen som endast tar hänsyn till av den beroende variabelns egna laggade värden.

(Dougherty, 2011)

Jag gör ett nytt OLS-test och får ett DW- värde enligt tabell 4.3.

Den nya parametern kallar jag för, $\beta_5\mu_{i-1}$ och jag använder följande modell:

$$E(EUA_i) = \beta_1 + \beta_2 BNP_i + \beta_3 OP_i + \beta_4 R\ddot{a}nta_i + \mu_i + \beta_5 \mu_{i-1}$$

Modell 2

⁵ BLUE = best linear unbiased estimator.

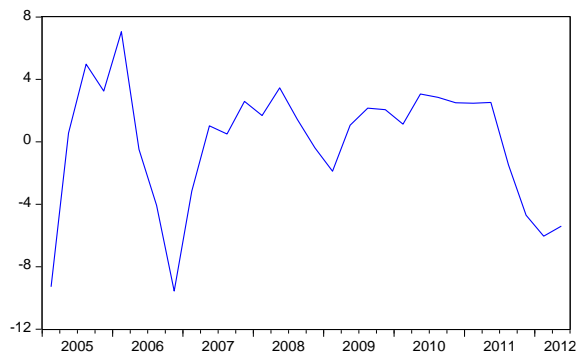
Tabell 4.2
 OLS med MA(-1), modell 2

Parameter	Koefficient	Stand.avvikelse	t-stat	P - värde
Konstant	8.651478	4.555714	1.899039	0.0692
BNP tillväxt %	0.615134	0.944660	0.651170	0.5209
Oljepris	0.008445	0.063693	0.132582	0.8956
Ränta	2.490772	0.782645	3.182504	0.0039
MA(-1)	0.622576	0.155592	4.001336	0.0005
R ²	0.612442			
DW – stat	1.747119			

Testet i tabell 4.2 visar fortfarande på att det endast är räntan som är signifikant men förklaringsgraden är betydligt bättre. Vidare ser man att H_0 inte kan förkastas då DW- stat är större än d_u (upper limit) för de kritiska värdena. Det finns alltså ingen autokorrelation.

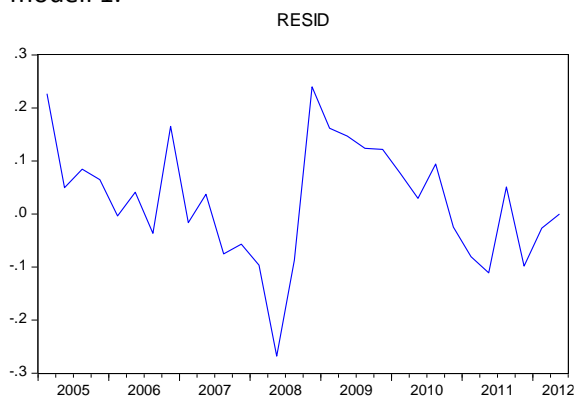
I graf 4.3.1 visas grafiskt residualerna som jag har plockat ut efter att ha gjort OLS regression enligt tabell 4.1 (modell 1). Det finns inga tydliga tendenser till heteroskedasticitet, att det skulle finnas ett systematiskt mönster ju mer stickprovet ökar och att variansen i slump termen är densamma för alla observationer av e_i . Däremot finns det två trender i grafen som skulle kunna indikera på att det finns avvikande beteende från den övriga observerade datan i min modell. Avvikelserna kan tyda på att det finns en avvikande trend runt tiden för utfasning till FAS I och FAS II. Jag kommer därför testa för detta i nästa stycke genom att sätta in dummyvariabler i min modell.

Graf 4.3.1 Residualer modell 1
 RESID



Graf 4.3.2 Residualer modell 2

Residualerna ser ut att vara i snitt närmare noll och verkar vara bättre estimatorer för datan än för modell 1.



4.6 Test med dummyvariabel

För att fånga upp det avvikande beteendet på i den data som illustrerats i graf 4.3.1 sätter jag in dummyvariabler i min modell. Dessa dummyvariabler tar hänsyn till vilken FAS – period som datat befinner sig i genom att de är beroende av utfasningsperioderna inför FAS II (2008 – 2011) respektive FAS III (2012 och framåt). Jag använder två olika dummy variabler då de tillhör två olika perioder och det är därför viktigt att särskilja dessa då olika faktorer vid de olika tidsperioderna kan ha påverkat datan som är svårt att analysera med hjälp av ekonomisk teori.

Jag lägger till dummyvariabeln DfasII som antar värdet noll för perioden 2005Q1 till och med 2006Q2 och värdet ett om 2006Q3 till och med 2007 Q4. Sedan lägger jag till en andra dummyvariabel som jag döper till DfasIII och antar värdet noll för perioden 2005Q1 fram till 2011Q2 och låter sedan denna dummyvariabel anta värdet 1 för perioden 2011Q3 till och med 2012Q2.

Jag använder nu modell 2 eftersom jag vet att där har jag inte autokorrelation men lägger till dummyvariablerna och får jag följande modell;

$$E(\text{EUA}) = \beta_1 + \beta_2 \text{BNP}_i + \beta_3 \text{oljepris}_i + \beta_4 \text{ränta}_i + \beta_5 \text{DfasII}_i + \beta_6 \text{DfasIII}_i + \mu_i \quad \beta_5 \mu_{i-1} \quad \text{Modell 3}$$

Jag gör sedan en ny OLS regression med min modell med dummyvariabler och får ett resultat, presenterat i tabell 4.3 Tabellen visar att modell 3 är bättre än både modell 1 och 2 för att förklara min data. Förklaringsgraden är nu 73,4%. Det finns heller inga tecken på seriell korrelation enligt resultatet för DW-stat. Det signifikanta för dummy fas III tyder på att priset var signifikant lägre jämfört med tidigare, vilket är intressant. Detta skulle kunna bero på att dummyn fångar upp effekten av finanskrisen och den prisnedgång som följde därav.

Tabell 4.3
 OLS – regression, dummy + MA
 Modell 3

Parameter	Koefficient	Stand.avvikelse	t-stat	P – värde
Konstant	5,9389	3,64567	1,62903	0.1169
BNP tillväxttakt	0,6728	0,81115	0,82940	0.4154
Oljepris	0,0992	0,06111	1,62310	0.1182
Ränta	2,0623	0,62755	3,28630	0.0032
D_fasII	-5,3032	2,72294	-1,94762	0.0638
D_fasIII	-8,2733	2.81232	-2,94182	0.0073
MA(-1)	0,4061	0,18341	2,21419	0,0370
R ²	0.7340			
DW – stat	1,9940			

4.7 Sammanfattning av empirisk analys

I min empiriska analys har jag använt mig av en regressionsmodell bestående av tre förklarande variabler. Dessa har jag testat med OLS estimatorer och det har visat sig att en av mina valda förklarande variabler är signifikant för att förklara utvecklingen för EUA – priser, den beroende variabeln. Utifrån min data och om allt annat lika så ökar priset på en utsläppsrätt (EUA) med 2,062 euro då räntan höjs med en procentenhet för testet med modell 3. Detta säger att räntan är en mycket viktig faktor eftersom det är relativt sett en väldigt stor ökning.

De andra förklarande variablerna, BNP tillväxten och oljepris, i min modell gav inga resultat på att vara signifikanta som förklarande faktorer till att påverka prisutvecklingen.

Att jag inte hade någon enhetsrot i mina residualer är ett mycket bra resultat för det innebär att jag kan använda min modell som den är och att det är en bra modell. Modell 1 visade sig ha en viss seriell korrelation mellan dess variabler. Genom att använda en moving-average-parameter (MA) som tar hänsyn till seriell korrelation i mina residualer i modell 2, kunde jag justera för detta.

I modell 3 inkluderade jag även dummyvariabler tillsammans med en MA – term, detta genererade ett mycket bra statistiskt resultat för min regressionanalys. Att resultatet blev så mycket bättre med dummyvariabler kan indikera på att marknaden är väldigt känslig för tillfälliga prisstörningar eller att marknaden har förändrats under den tiden av andra skäl.

Förklaringsgraden i tabell 4.5 blev 73,4% och där finns inget tecken på seriell korrelation.

Koefficientvärdena för mina variabler förändrades betydligt och samtliga har en positiv relation till den beroende variabeln. Vad gäller signifikanta resultat för oberoende variabler att förklara utveckling av priset på utsläppsrätter är det fortfarande endast räntan som är signifikant men p-värdet för oljepriset har närmast sig betydligt en signifikansnivå på 10%, från att ha ett p-värde på 0.7419 till att ha ett p-värde på 0.1182. Detta kan indikera på att teorin kring att oljepriset påverkar alternativkostnaden och därmed borde ha en förklaringsgrad till prisutvecklingen kan stämma. Dock är det räntan, av valda förklaringsvariabler, som kan ge mig statistiskt underlag för att visa sig ha en påverkan på prisutvecklingen. Vidare tyder den signifikanta dummyn fas III, att priset var signifikant lägre då, av skäl som inte går att förklara av de andra variablerna i modellen. Eventuellt kan detta vara en tidseffekt från finanskrisen.

5. Slutsats och kommentarer

I den här uppsatsen har jag analyserat prismekanismen, ett samspel mellan utbud och efterfrågan på marknaden för utsläppshandel. Genom min empiriska analys samt teoretiska referensram är det tydligt hur komplext det är att analysera efterfrågan för att kunna prediktera utvecklingen av priset för utsläppsrätter. Det är många faktorer som påverkar och min egen analys visar att de faktorer jag inkluderat i min relativt enkla multipla regressionsmodell inte är tillräckliga för att ge en deskriptiv bild över vad som påverkar prisutvecklingen utifrån efterfrågesidan. Däremot kan den förklara en del och jag kan dra slutsatser både kring vad som både påverkar och som kan tänkas påverka men som inte tagits upp som en förklarande faktor i min modell.

Regressionsmodellen

I min regressionsmodell som jag har använt, visar det sig vara en bra modell även om den inte fångar upp alla faktorer som påverkar utvecklingen av priset på utsläppsrätter. Den talar om för oss att räntan har en signifikant påverkan på priset. Den talar om att en ökning av räntenivån ökar priset. På grund av dess positiva samband. Detta kan innebära att om det blir dyrare att låna för investeringar i ny miljöeffektiv teknologi så ökar efterfrågan på utsläppsrätter och priset stiger.

Som estimerad modell är den hållbar för antaganden som gäller för OLS. Därför skulle denna modell kunna fungera att estimerar förhållandet och förklaringsgrad även för andra ekonomiska variabler. Det finns troligen variabler som jag inte testat för i den här uppsatsen men som trots det är intressant och absolut relevant. Sådana variabler skulle kunna vara volym av utdelning för utsläppsrätter, transaktionskostnader och marginalkostnader för alternativ till utsläppsrätter. Orsaken till att jag inte har tagit med dessa har att göra med svårigheten att samla in sådan data.

Utsläppspriser och utbud

För den observerade datan för EUA's prisutveckling finns det en starkt nedåtgående trend i slutet av en period som följs av ett år med start i en ny fas. Vi såg i analysdelen att detta var signifikant inför övergången till fas III då dummyvariabeln visade en period av sjunkande priser. De sjunkande priserna under 2011-2012 kan vara en effekt av finanskrisen.

Det kan vara så att antalet utsläppsrätter på marknaden är för många i cirkulation i slutet av en period då marknaden utsläppsrätter genom "private-bankning" auktioneras ut eftersom de endast är användbara under det följande året. Då det redan fördelats för många utsläppsrätter finns det ingen efterfrågan på att köpa utsläppsrätterna på auktion. Därmed finns det för många i antal på marknaden vilket genererar minskad efterfråga och sjunkande priser.

Trots att utbudet av utsläppsrätter enligt marknadsmekanismen ska vara konstant verkar det som att prisutvecklingen av utsläppsrätter på kort sikt bestäms av en förväntan av utbudet. Eftersom man har möjlighet att spara utsläppsrätter till kommande år och givet att detta inte är känt för investerare av utsläppsrätter så påverkar detta till stor del efterfrågan för nästkommande period. Det kan alltså vara så att det finns en diskrepans mellan det utlovade utbudet av utsläppsrätter och den reella volymen och att det är en faktor som påverkar priset på utsläppsrätter.

Denna möjliga diskrepans kan även ge en delvis förklaring till den volatilitet man ser i priset på utsläppsrätter och att detta även indikerar på att det är kortsiktiga prissignaler som styr i dagsläget mer än långsiktiga.

Denna icke- optimala jämvikt mellan utbud och efterfrågan på utsläppsrätter är ett problem för EU ETS som marknad och då de försöker att kompensera för detta med förslag om en marknadsstabilitetsreserv så återstår frågan om det är tillräckligt. Är det tvärtom? Gör dessa interventioner att marknadssystemet inte blir trovärdigt eller att det inte får någon effekt på marknadspriset? Hur ska man hantera utbudet av utsläppsrätter? Det kanske är det som är en viktigare fråga för en effektiv utsläppsrättsmarknad än att försöka sig på att studera efterfrågan. Hur stor betydelse har till exempel den förväntade utsläppsvolymen på efterfrågan?

EU ETS

Med facit i hand har den ekonomiska krisen visat tydliga spår för den observerade perioden att handelsmarknaden med EU ETS är ett skört system när det gäller FAS I till och med FAS II. Nu är vi inne i FAS III och flera åtgärder för att hantera marknadsmisslyckandet har tagits, bland annat att man valt att dra ner på utdelning av utsläppsrätter. EU ETS komplexa system och behovet av transparens och möjligheter att ge "önskade" signaler till marknaden, kräver en tydlig struktur och uppdelning mellan vilka åtgärder som har vilka syften. Det finns flera frågeställningar från kommissionen för att effektivisera ETS som handelsmarknad och alla berör olika delar. Det handlar om de tre mekanismernas funktion som måste skapa dynamik och utrymme för teknisk utveckling i en global ekonomi, för att i slutändan uppnå de uppsatta reduceringsmålen. Valet att välja en cap-and-trade princip istället för till exempel en skatt verkar vara ett smart sätt utifrån analysen om att det är en marknad känslig för kortsiktiga prissignaler. Genom ett utbudstak kan detta ge en mer direkt styrning förutsatt att utbudsvolymen sätts till en effektiv och konstant nivå.

Påverkningar på priset på utsläppsrätter

Med hänsyn till den gjorda analysen av data och teoretiskt presenterade bakomliggande faktorer, drar jag slutsatsen att marknadspriser för produkter med en direkt koppling till efterfrågan för att producera koldioxid eller koldioxidekvivalenter har en svagare inverkan på prisutvecklingen än jag hade förväntat mig. Jag syftar till exempel på oljepriset. Istället är det strukturella ekonomiskt politiska beslut och transparens som är mer avgörande i detta relativt tidiga skede av marknaden för utsläppshandel. Det kan till exempel vara så att det handlar om en stabiliseringsfas för marknaden och att de framtida priserna för utsläppsrätter kommer vara mer beroende av de ekonomiska omvärldsfaktorer som jag har tagit upp i min regressionsanalys, men att de på kort sikt har mindre betydelse.

Min slutsats är också den att kortsiktiga prissignaler som reagerar på kortsiktiga marknadstrender inte är tillräckligt för att göra de investeringar som krävs för en övergång till mer energisnål och resurseffektiv produktion. Däremot är räntenivån en viktig faktor för investeringsbeslut och det kan förklara varför den också visar en mer signifikant påverkan för prisutvecklingen i min analys. Långsiktiga prissignaler är viktiga för att få producenter att investera i utsläppsreducerande teknisk produktion.

Intressant är att BNP variabeln inte visar sig kunna förklara prisutvecklingen på utsläppsrätter. Detta var en av de variabler som jag trodde skulle ha en störst påverkan. Enligt IPCC –rapporten har ekonomisk tillväxt tillsammans med befolkningsökning en stor påverkan på utsläppen, därmed inte sagt att det påverkar priset på utsläppsrätter. Intressant här är att titta på var någonstans befolkningen samt den ekonomiska tillväxten ökar mest. Är det i länder utanför kontroll av utsläppsvolymer är det ett problem för EU ETS, eftersom de på en global nivå ska klara att minska utsläppen tillsammans med de andra länderna som anslutit sig till Kyotoavtalet. Det är en möjlighet att saknaden av signifikanta resultat för BNP som observerad data, representerar data för välutvecklade industriländer som därför har högre incitament för mer miljöeffektiv produktion enligt teorin för EKC – kurvan därför inte efterfrågar lika mycket utsläpp.

Det är något förvånande att det inte gått att hitta bevis för att oljepriset är en förklarande variabel. Då oljan är ett alternativ till bränsle och energiförsörjning jämfört med andra mer miljöeffektiva resurser så borde priset på oljan ha en tydlig påverkan på priset för utsläppsrätter. Bedömningen utifrån energimyndighetens rapport om prisutvecklingen av el och utsläppsrätter är att det finns en koppling i relativpriset mellan kol och naturgas. Dessa två priser följer utvecklingen för oljepriset. Eftersom dessa är alternativ till olja kan man tolka dem som härledning till marginalkostnader för rening av koldioxidintensiv produktion då i alla fall naturgas är ett bättre alternativ som bränsle vid uppvärmning än vad olja och kol är. Deras slutsats är att oljepriset under

2005's rådande marknad varit prisledande och att detta indirekt styrde priset på el och därmed priset på utsläppsrätter.
(Energimyndigheten, 2005:35)

Som nämnts i stycke 2.4 är marginalkostnaden en teoretisk faktor som kan ge en förklaring till prisutvecklingen för koldioxid.

Man kan också tänka sig att eftersom den största sektorn som berörs av restriktioner från EU ETS är inom energisektorn och marknaden för oljepriser är en marknad van vid rörliga priser och känslig för exogena faktorer så projiceras detta möjligtvis till marknaden för utsläppsrätter. Om det stämmer borde det vara starkt drivande för EU ETS att ta med detta i beräkningen inför beslut om fortsatta ekonomiska interventioner.

Som vi vet är det en kostnad för företag att minska utsläppen och denna måste internaliseras för att ta hänsyn till den skada utsläppen gör på miljön. Kostnadseffektivisering för att lösa detta externalitetsproblem gör att man minimerar kostnaden för företag att genomföra detta. Lika viktigt är det att hitta faktorer som indikerar på en prispåverkan för att kunna prediktera utfall av olika ekonomiska beslut.

Vidare studier

Det kan vara av intresse att vidare studera faktorer som påverkar priset för koldioxid och effektiviteten av EU ETS. Till exempel vad som händer med efterfrågan när fler sektorer inkluderas. Idag är inte alla sektorer med i beräkningen av de totala utsläppsvolymer. Att inkludera samtliga sektorer för antropogeniska utsläpp skulle säkerligen påverka utbudet av utsläppsrätter samt prisutvecklingen av utsläppsrätter. Troligtvis skulle det ta tid att hitta en ny optimal jämvikt för priset. Vidare skulle det vara intressant att se hur förväntningar på en sådan förändring skulle påverka prismetanismen. Risken för carbon leakage skulle troligtvis öka om det till exempel bara var Europa som tog hänsyn till dess utsläpp. Genom ökade kostnader skulle företag söka sig till platser i världen som saknar kontrollerande system för utsläpp.

6. Källförteckning

Tryckta referenser, artiklar och publikationer

Chadwick, B. P. (2006) Transaction costs and clean development mechanism, Natural resources forum

Dougherty, C. (2011) Introduction to econometrics, Oxford University press 4th Edition

Energimyndigheten, (2005) Prisutvecklingen på el och utsläppsrätter samt de internationella bränslemarknaderna, ER: 2005:35

European commission (2014) memo 14/40

Edenhofer, O. et al (2014) IPCC (Intergovernmental panel on climate change), 2014, *summary for policymakers*, Working group III AR5

Konjunkturinstitutet, (2014), "Kommissionens förslag på stabilitetsreserv i EU ETS", PM25

Kyotoprotocol article 44 (2008)- Baseline - CDM Rulebook

Lieb, C. M., Nov (2002) The environmental Kuznets curve – A survey of the empirical evidence and of possible causes, *Interdisciplinary for environmental economics*, University of Hiedelberg

Magnani, E., (1999) *The Environmental Kuznets curve, environmental protection policy and income distribution*, school of economics, The university of New south Wales, Ecological economics 32

Morris, J. Paltsev, S. and Reilly, J., (2008) *Marginal Abatement Costs and Marginal Welfare Costs for Greenhouse Gas Emissions Reductions: Results from the EPPA Model*, Global science policy change, MIT, Report No 164

Naturvårdsverket, (2010) "Svensk miljö i ett europeiskt perspektiv" - *Några jämförelser i anslutning till EEA:s rapport The European Environment*", State and Outlook 2010

Riksrevisionen, (2013), EU:s system för handel med utsläppsrätter Klimat för pengarna? Granskningar inom klimatområdet 2009–2013 (RiR 2013:19)

Statens energimyndighet, (2011) *Utvecklingen på utsläppsrätter*, ER: 2011:25

Tietenberg, T. et Lewis L. , (2009) Environmental & natural resources Economics, Pearson 8th edition

Varian, H., (2009) Intermediate Microeconomics, *A Modern Approach*, Eighth Edition, W.W. Norton Company

Westerlund, J. , (2005) Introduktion till ekonometri, Studentlitteratur

Zetterberg, L. , Mandell, S. , Marcu, A. , Munnings, C. , Roth S. , okt 2013, Utvecklingen av EU:s system för handel med utsläppsrätter och den framtida internationella utsläppsmarknaden - *IVL svenska miljöinstitutet AB, Statens väg – och transportforskningsinstitut VTI, Center for European Policy studies, CEPS, Resources for the future, RFF (sekundär källa som bygger på EU- kommissionens rapport "The State of the European Carbon Market in 2012")*

Digitala källor

UNFCCC- website Kyotoprotocol, http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php ,
Hämtad 2014-05-22

EEA, European environment agency, <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps>
Hämtad 2014-07-25
European commission website, http://www.ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm,
Hämtad 2014-08

Energy information administration, http://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pri_spt_s1_m.htm,
Hämtad 2014-07

UNFCCC, hemsida, joint implementation
http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/joint_implementation/items/1674.php
Hämtad 2014-07

Eu-upplysningen.se, <http://www.eu-upplysningen.se/Om-EU/Vad-EU-gor/EMU/>
Hämtad 2014-08

Rekommenderad läsning

David J. ,2009, Vår beskärda del – *en lösning på klimatkrisen*, Ordfront

7. Tabellförteckning

Graf 1.1 – Utsläppsvolymer i 1000 ton koldioxid, sida 7

Figur 1.2 – Tidslinje för ETS sida 8

Tabell 1.3 - Beräkning och gemensam processbeskrivning för en nation, sida 9

Figur 2.1.1 - Egen konstruerad – Externaliteter, sida 11

Figur 2.2.1 – Effektiv allokering av utsläpp, sida 13

Figur 2.3.1 - Kostnadseffektiv allokering, sida 15

Figur 2.3.2 – Kostnadsminimering och utsläppshandel, sida 16

Tabell 2.5.1 – Namn och ursprung på utsläppsrätter, sida 17

Tabell 2.6.1 – CER, Effektivitet genom pris och utbud, sida 18

Figur 2.3.4 - EKC – Environmental Cuznets curve , sida 20

Graf 3.1.2 – Prisutvecklingen på utsläppsrätter, sida 22

Graf 4.1.1 Plotteddiagram för EUA priser, data från EEA (European Environment Agency), sida 23

Graf 4.1.2 Plotteddiagram för BNP, data från ECB , sida 24

Graf 4.1.3 Plotteddiagram för Oljepris, data från ECB, sid 24

Graf 4.1.4 Plotteddiagram ränta, data från Europe Brent, omräknat till Euro, växelkurs 0,7485, sida25

Tabell 4.1 OLS – regresssion, modell 1, sida 25

Tabell 4.3.1 Dickey fuller test, BNP, sida 26

Tabell 4.3.2 Dickey fuller test, Oljepris, sida 27

Tabell 4.3.3 Dickey fuller test, Ränta, sida 27

Tabell 4.3.4 Dickey fuller test, Residualer, sida 27

Tabell 4.4.1 – Korrelation, sida 28

Tabell 4.2 OLS med MA(-1), modell 2, sida 28

Graf 4.3.1– residualer (modell 1), sida 29

Graf 4.3.2 –residualer (modell 2), sida 29

Tabell 4.3 - OLS – regression, dummy + MA , modell 3, sida 31

8. Appendix:

Data för modell 1 och 2

Tidsobservationer	BNPsamlad	EUA	Ränta	BNPTillväxt	Spotpris råolja
2005q1	2004732,06	8,83	2,32	0,7322753	36,34962967
2005q2	2026085,45	18,34	2,19	1,065149325	40,981248
2005q3	2047510,10	23,18	2,20	1,057440593	50,374665
2005q4	2074842,53	21,76	2,63	1,334910631	47,819016
2006q1	2100025,85	26,18	2,95	1,213746086	51,354072
2006q2	2134497,77	19,22	3,31	1,641499794	55,36244
2006q3	2157876,61	15,89	3,62	1,095285286	54,602966
2006q4	2192115,44	9,61	3,86	1,586690816	46,299744
2007q1	2227916,14	15,69	4,09	1,633157604	44,084976
2007q2	2251916,24	20,71	4,38	1,077244317	50,86825833
2007q3	2276824,65	20,71	4,65	1,106098422	54,551036
2007q4	2299223,63	23,00	4,68	0,983781513	61,15068
2008q1	2320897,91	21,47	4,48	0,942678203	64,763387
2008q2	2327841,51	25,67	5,06	0,299177313	77,65744767
2008q3	2320483,38	24,43	5,37	0,316092396	76,050904
2008q4	2290346,72	17,67	4,35	1,298723372	41,519736
2009q1	2227511,95	11,44	2,22	2,743461042	34,00038667
2009q2	2224682,39	13,86	1,68	0,127027826	43,124441
2009q3	2235205,16	14,30	1,34	0,473001002	47,73318
2009q4	2249988,48	13,91	1,24	0,661385374	50,539436
2010q1	2263020,10	13,08	1,22	0,579186077	55,060125
2010q2	2290163,59	15,12	1,25	1,199436541	61,638201
2010q3	2305008,22	14,82	1,40	0,648190813	59,566228
2010q4	2319496,70	14,83	1,52	0,62856522	63,60488
2011q1	2348135,64	15,90	1,73	1,234704925	76,820224
2011q2	2357947,14	17,16	2,13	0,417842131	81,576936
2011q3	2365498,81	12,85	2,12	0,320264601	80,086044
2011q4	2367746,36	9,52	2,05	0,095013787	81,11762833
2012q1	2374586,19	7,89	1,67	0,288875114	90,40787
2012q2	2375877,96	7,02	1,28	0,054399794	84,402375

Data för modell 3

Tid	D FasII	D fasIII	EUA	Ränta	BNPTillväxt	Oljepris
2005q1	0	0	8,83	2,32	0,73	36,35
2005q2	0	0	18,34	2,19	1,07	40,98
2005q3	0	0	23,18	2,20	1,06	50,37
2005q4	0	0	21,76	2,63	1,33	47,82
2006q1	0	0	26,18	2,95	1,21	51,35
2006q2	0	0	19,22	3,31	1,64	55,36
2006q3	1	0	15,89	3,62	1,10	54,60
2006q4	1	0	9,61	3,86	1,59	46,30
2007q1	0	0	15,69	4,09	1,63	44,08
2007q2	0	0	20,71	4,38	1,08	50,87
2007q3	0	0	20,71	4,65	1,11	54,55
2007q4	0	0	23,00	4,68	0,98	61,15
2008q1	0	0	21,47	4,48	0,94	64,76
2008q2	0	0	25,67	5,06	0,30	77,66
2008q3	0	0	24,43	5,37	-0,32	76,05
2008q4	0	0	17,67	4,35	-1,30	41,52
2009q1	0	0	11,44	2,22	-2,74	34,00
2009q2	0	0	13,86	1,68	-0,13	43,12
2009q3	0	0	14,30	1,34	0,47	47,73
2009q4	0	0	13,91	1,24	0,66	50,54
2010q1	0	0	13,08	1,22	0,58	55,06
2010q2	0	0	15,12	1,25	1,20	61,64
2010q3	0	0	14,82	1,40	0,65	59,57
2010q4	0	0	14,83	1,52	0,63	63,60
2011q1	0	0	15,90	1,73	1,23	76,82
2011q2	0	0	17,16	2,13	0,42	81,58
2011q3	0	1	12,85	2,12	0,32	80,09
2011q4	0	1	9,52	2,05	0,10	81,12
2012q1	0	1	7,89	1,67	0,29	90,41
2012q2	0	1	7,02	1,28	0,05	84,40