



LUNDS UNIVERSITET
Ekonomihögskolan

Nationalekonomiska Institutionen
Kandidatuppsats [NEKK01]

Environmental Kuznets curve

En empirisk studie av relationen mellan CO₂-
utsläpp och inkomstnivå

Augusti 2011

Handledare: Therese Nilsson

Författare: Rikard Wall

Sammanfattning:

Uppsatsen söker finna empiriskt stöd för teorin om *Environmental Kuznets curve* genom regressioner baserade på paneldata från 59 länder under en 47-årsperiod. Att undersöka hur sambandet mellan koldioxidutsläpp per capita och BNP per capita ser ut är det centrala i uppsatsen. Relationen enligt teorin för EKC bör få formen av ett uppochnedvänt U om teorin stämmer. Bäst empiriskt stöd för detta har tidigare forskning funnit hos länder med hög inkomstnivå. Tidigare forskning har även ställt sig frågande till ekonometrin genomförd i de första studierna utförda på området. Därför undersöker även den här uppsatsen ekonometrin noggrannare.

Uppsatsen finner det tvetydigt att generera ett statistiskt säkerställt svar på hur relationen mellan utsläpp och ekonomisk tillväxt ser ut. Det tycks, som funnet i denna uppsats och många tidigare utförda studier, att resultatet beror väldigt mycket på bland annat val av länder i stickprovet, typ av regressionsmodell och val av ekonomiska tillvägagångssätt.

Att OECD-länderna ser ut att ha en nedåtgående trend i sina koldioxidutsläpp kan det finnas flera bakomliggande faktorer till, bland annat *Pollution Havens*, *Race to the bottom* eller faktiskt *ekonomisk tillväxt*. Men det faktum att OECD-länderna fortfarande släpper ut mer koldioxid per capita än världsgenomsnittet bidrar inte till en förbättrad miljö globalt sett. Man skall dock tänka på att andra resultat kanske hade funnits om andra mått, än just koldioxid, på utsläpp hade använts.

Nyckelord: *Environmental Kuznets curve, Miljö, Ekonomisk tillväxt, Paneldata, Pollution Havens, Race to the Bottom*

EKC – Environmental Kuznets Curve

BNP per capita – Bruttonationalprodukten dividerat med populationen

CO₂ – Koldioxid

NAFTA – North American Free Trade Association

EU – Europeiska Unionen

WTO – World Trade Organization

OECD - Organization for Economic Co-operation and Development

Innehållsförteckning

1	Introduktion	4
1.2	Syfte och Frågeställning	5
1.3	Bakgrund	6
1.4	Miljö & Tillväxt på agendan	6
1.5	Avgränsning.....	10
2	Teori & Hypotes.....	12
2.1	Pollution Havens & Race to the Bottom	12
2.2	Teoretisk ram	13
2.3	Förväntat resultat	15
2.4	Hypotes.....	16
3	Tidigare forskning	17
4	Ekonometrisk modell	21
4.1	Paneldata.....	21
4.2	Regressionsmodell.....	22
4.3	Fixed Effects & Första differensen.....	23
4.4	Felkällor.....	23
4.4.1	Normalfördelning.....	24
4.4.2	Heteroskedasticitet	24
4.4.3	Multikolinjäritet	24
4.4.4	Autokorrelation	25
4.4.5	Kausalitet	25
4.4.6	Icke-stationäritet	25
5	Data & egen tillämpning	27
5.1	Beroende variabel	27
5.2	Oberoende variabler	28
5.3	Egen tillämpning.....	28
	Regression 1	32
	Regression 2	34
	Regression 3	34
	Regression 4	37
	Regression 5	39
6	Resultat och Analys.....	41
7	Förslag till vidare forskning	42
	Referenslista	44
	Appendix	47

1 Introduktion

På 1970-talet kom det internationella samfundet, dock fram för allt de industrialiserade länderna, att diskutera en begränsning av ekonomisk tillväxt då utsläpp var en stor biprodukt till följd av detta. Debatten kom att handla om de framtida effekterna dessa utsläpp kunde tänkas globalt. Ekonomer, över lag, framhöll att dåtidens pessimistiska syn på framtiden inte räknade in vad de förväntade förbättringarna i teknologi och utbildning skulle kunna komma att mildra de miljöpåverkande utsläppen. Ekonomer menade på att den bästa, om inte enda, vägen att gå för mindre utvecklade länder var ekonomisk utveckling likt de rika länderna hade gått tidigare för att på sikt kunna uppnå bättre miljö. Mindre utvecklade länder skulle alltså vara tvungna att genomgå en fas av ekonomisk tillväxt, som initialt leder till försämrad miljö i form av mer utsläpp, för att på sikt kunna upprätthålla bra miljö tack vare högre inkomstnivå. Lösningen till att få förbättrad miljö för jordens utvecklingsländer, och på lång sikt globalt, var alltså att öka tillväxten och inte hindra den (Barlett, 1994). De menade på att det var den ”hårda vägen” med ekonomisk tillväxt och till en början degradering av miljö som i slutändan, tack vare ökad inkomstnivå, skulle leda till förbättrad miljö. Teorin som kom att förklara detta grundades av Grossman & Krueger (1991) och kom att kallas *Environmental Kuznets curve*.

Jordens befolkning har det senaste århundradet ökat explosionsartat och om det är möjligt för alla världens länder att kunna gå den vägen då utsläpp får globala effekter på lång sikt och jordens resurser inte är oändliga, återstår att se.

Världens befolkning beräknades vara omkring 1,7 miljarder människor år 1900¹. Lite drygt hundra år senare (2011) är världens befolkning omkring 7 miljarder och förväntas växa med ytterligare 2 miljarder till år 2050, enligt FN. Den absolut största befolkningstillväxten kommer enligt dessa prognoser att ske i utvecklingsländer, dvs. bland jordens fattiga befolkning. Problemen med en allt större och växande andel fattiga på jorden kommer med stor sannolikhet att öka de redan rådande miljöproblemen. Detta då man oftast finner sämst miljö i form av exempelvis luftföroreningar i låginkomstländer vars städer växer i hög takt (Tietenberg & Lewis, 2009 s. 549).

En av det globala samfundets stora frågor att lösa i takt med en allt växande, och majoritet

¹ www.unfpa.com

fattig, befolknings är de knappa naturresurser och miljöproblem nuvarande och kommande generationer kan komma att ställas inför. Historiskt sett har ekonomisk utveckling varit ett sätt att lösa problemen för att lyfta människor ur fattigdom, något som kan betraktas idag hos Indien och Kina för vilka har visat hög tillväxt de senaste åren (Tietenberg & Lewis, 2009 s. 550).

Ekonomisk tillväxt är ett sätt att höja inkomstnivån i ett land och för att kunna öka BNP krävs fler resurser och insatsvaror. Med högre förbrukande av naturtillgångar och ökad energiförbrukning som följd av ökad produktion kan även utsläppen tänkas tillta. Ökad energiefterfrågan, vilket är ett fundament i dagens produktion, spås i världen framöver² och koldioxidutsläpp är till stor del en bieffekt av energiförbrukning sett över hela jordklotet.

Ekonomisk tillväxt är nödvändig för att minska fattigdomen hos jordens utvecklingsländer men till hur stor del får det ske på bekostnad av miljön? Miljöekonomer, samhällsdebattörer och miljöförespråkare menar på att välfärd, fram för allt i den industrialiserade världen, kan upprätthållas utan den ekonomiska tillväxttakt som många länder eftersträvar idag (Jackson, Wijkman & Rockström).

1.2 Syfte och Frågeställning

Syftet med den här uppsatsen är att utreda huruvida det går att finna belägg för Environmental Kuznets Curve i de respektive undersökta grupperna (urval av icke-OECD-länder och OECD-länder) men kanske mestadels globalt sett. Regressioner kommer att utföras med de båda grupperna sammanslagna till ett dataset. Detta för att se hur relationen mellan utsläpp av koldioxid per capita och BNP per capita förhåller sig över tid och länder. Uppsatsen kommer att undersöka relationen genom regressioner baserade på paneldata. Utöver de fundamentala delarna (utsläpp & inkomstnivå) inkluderas en variabel av mått på äganderätt och juridiska institutioner, då tidigare forskning funnit signifikanta resultat för detta (Panayotou, 1997). I och med detta vill även den här uppsatsen undersöka hur kurvan kan komma att påverkas av måttet på äganderätter.

Teorin som uppsatsen är baserad på är den ursprungliga modellen av EKC, för vilken förväntas ha en uppochnedvänd U-formsrelation mellan utsläpp och ekonomisk tillväxt. Det vill säga att variationen i utsläpp förklaras av variationen i BNP per capita.

² Se diagram på sid. 6

Frågeställningen som uppsatsen är byggd på är följande:

- Finns det belägg för Kuznets Environmental curve hos de undersökta länderna?

1.3 Bakgrund

EKC härstammar från Kuznets-kurvan (Robert Kuznet, 1955). Han implementerade teorin om att ekonomisk tillväxt till en början leder till ökad ojämlik inkomstfördelning för att efter en viss nivå av inkomst minska och därmed bli bättre med tiden då fler lyfts ur fattigdom och får en bättre vardag (Stern, 2004).

Vad EKC förutspår är att då inkomsterna till en början ökar, ökar även utsläppen men att kurvan kommer få en uppochnedvänd U-form och därmed kommer också utsläppen att minska med tiden trots att inkomsterna samtidigt fortsätter att öka. Det vill säga att ekonomisk tillväxt kommer leda, i det långa loppet, till minskade utsläpp. De flesta av de tidigaste studierna som utförts har behandlat tvärsnittsdata vilket innebär att man studerat flera länder med olika inkomstnivåer samtidigt, eller tidseriedata för ett enskilt land eller en viss stad. De senare undersökningarna som genomförts har dock övergått till användandet av paneldata vilket även den här uppsatsen kommer att göra. Ett antal icke-OECD-länder samt ett antal utvalda OECD-länder kommer att ingå som observationer i datasetet. Den ursprungliga EKC-kurvan observerar dock endast ett enskilt land (Tietenberg & Lewis, 2009 s. 587).

De första att utveckla teorin *Environmental Kuznets Curve* var Grossman och Krueger (1991), för vilka undersökte samarbetet inom NAFTA och fann sambandet att ökad BNP per capita ledde till minskade utsläpp i Mexiko. Andra studier har funnit liknande upptäckter (Shafik, 1994) men trots detta är kurvans existens vida omdiskuterad inom forskningsvärlden idag då mer avancerade studier genomförts för fler länder och över längre tidsperioder.

EKC är en hypotetisk modell, vilket man bör ha i åtanke, som många inom forskningsområdet ställer sig frågande till då det kommer till empirin och ekonometrin. Det vill säga kommer verkligen ekonomisk tillväxt på lång sikt även leda till förbättrad miljö?

1.4 Miljö & Tillväxt på agendan

1997 ingick industriländer och länder som var i övergångsfasen (vilket till stor del var forna Sovjetstater) ett bindande avtal vad gäller koldioxidutsläppen i världen som ett led att uppmärksamma de bieffekter ekonomisk tillväxt kan förorsaka. Detta är känt som

Koyotoprotokollet. Då åtminstone 55 länder för vilka totalt sett stod för 55 % av världens totala koldioxidutsläpp hade ratificerat detta skulle det träda i kraft. Detta skedde 2005 då Ryssland band upp sig. Antalet länder hade överstigit 55 stycken lång innan men i och med Rysslands inträde i avtalet uppfylldes därmed också det andra villkoret (Tietenberg & Lewis, 2009 s.428). Enkelt uttryckt säger avtalet att de länder som ingått detta skall minska sina växthusgaser, varav koldioxid är en av sex stycken, med 5 % årligen tillsammans under perioden 1990 till 2008-2012. Länderna tilldelas utsläppskvoter som är baserade på utsläppen år 1990, vilket bland annat gör att Ryssland får sin kvot baserad på dåvarande Sovjetunionens och därmed större än vad landet hade vid ingåendet av avtalet 2005. Det förekom även påtryckningar från EU:s sida att Rysslands ingång i avtalet var ett kriterium för ett framtida WTO-medlemskap. Koyotoprotokollets tre grundstenar bygger på:

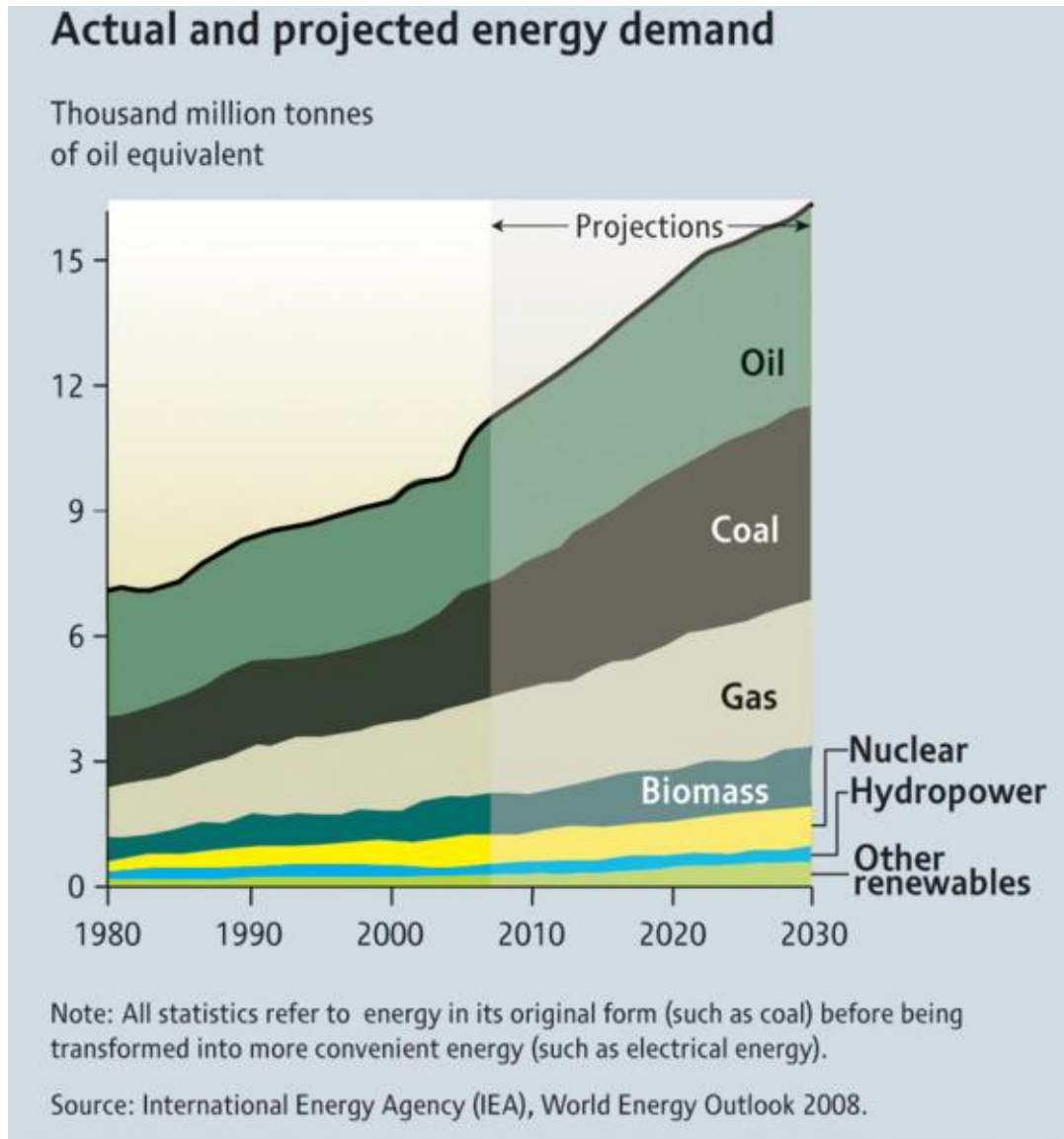
1. *Rätten att handla med sina tilldelade utsläppskvoter* inom länder som ingår i Annex B (Industriländer och länder i övergångsfasen)
2. *Gemensamt genomförande* vilket innebär att länder kan få *credits* när de hjälper till att finansiera nettoutsläppen hos ett annat Annex B-land. Detta för att få fler länder att ha rätten till punkt 1.
3. *Mekanism för ren utveckling* vilket är liknande som för punkt 2 men det skall då genomföras i länder för vilka inte ingår i Annex B-gruppen, dvs utvecklingsländer. Certifikat utfärdas vid genomförande av detta och kan tillgodoräknas för det land som finansierar utsläppsminskningar i ett utvecklingsland.

Motiveringen till varför ett kortfattat stycke har tillägnats Koyotoprotokollet är att det belyser problemet med växthusgaser och däribland koldioxidutsläpp globalt. Jordens alla länder tillsammans står inför de problem som dessa utsläpp skapar och det tycks finnas ett mål i att reducera detta som ett steg i processen mot förbättrad miljö.

Trots avtal likt ovanstående ökar de totala koldioxidutsläppen i världen och rika länder, även om några av dem kan visa en nedåtgående trend, släpper de ut mer i genomsnitt per invånare än låginkomstländer (www.ekonomifakta.se, www.gapminder.org). Sedan 1990, som är basåret för Koyotoprotokollet, och fram till 2007-2008 har koldioxidutsläppen ökat med 40 % i världen trots att effektivare och bättre teknologi för dessa utsläpp har utvecklats (Tim Jackson, fl. 2011-04-19, Stockholm).

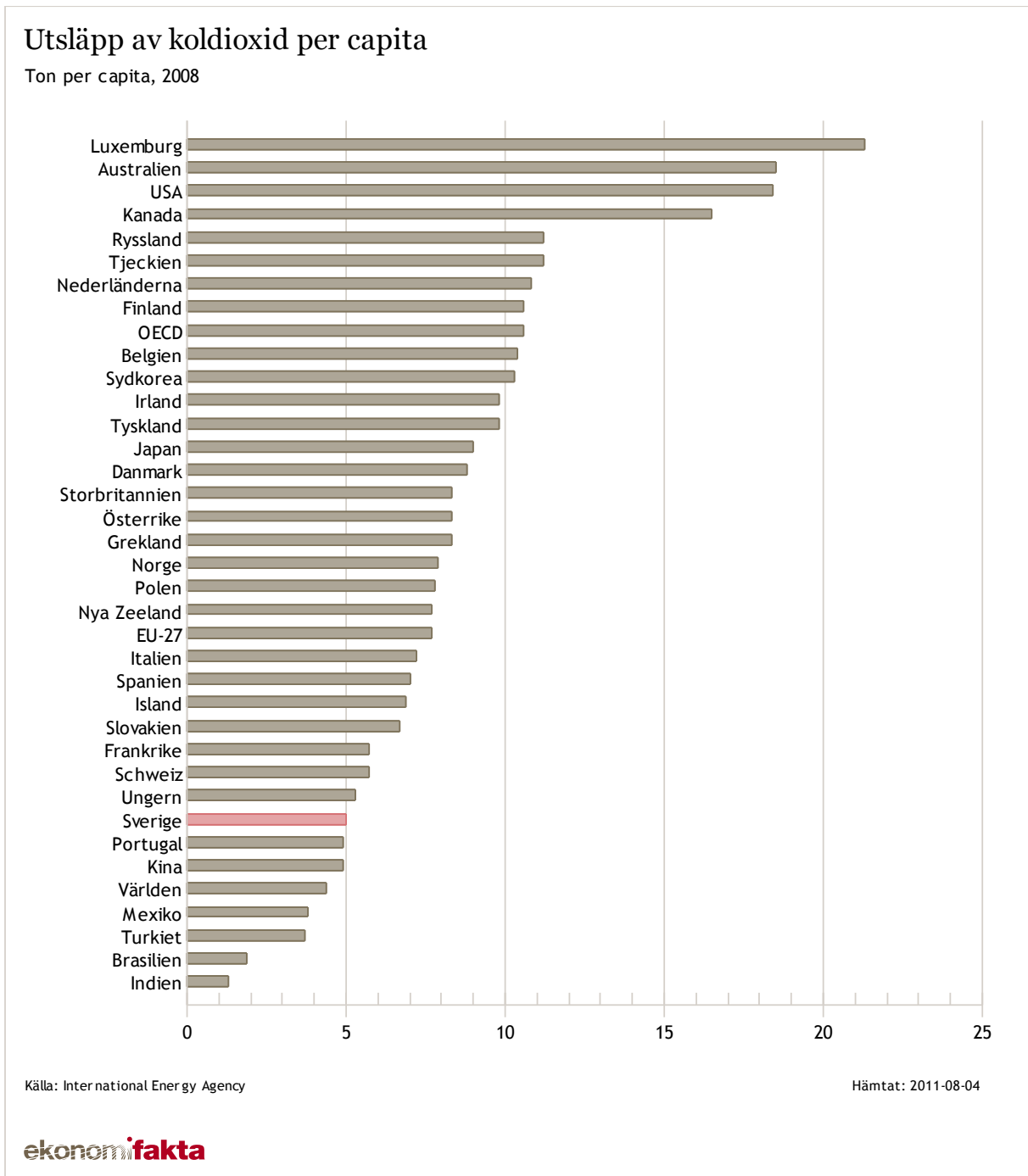
Prognoser för framtida efterfrågan på av energi, framtaget av International Energy Agency (IEA,2008), visar på ökad efterfrågan koldioxidproducerande energikällor.

Diagram 1.



Som man kan observera i diagrammet ovan förväntas energiefterfrågan att öka de kommande 20 åren. Till stor del tros energin komma från koldioxidproducerande energikällor. Bland annat har Indien deklarerat (www.kolinstitutet.se, Mars 2010) att man kommer satsa på kol som en energikälla. De har för avsikt att detta ska ske med ”*Coal clean technologies*” men någon exakt förklaring till vad det innebär finns inte. Dessutom vill man inte binda sig till ett utsläppstak av koldioxid med motiveringen att man är orolig för att detta skulle bromsa den ekonomiska tillväxten i landet.

Diagram 2.



Diagrammet visar att majoriteten av länderna som ligger i topp vad det gäller CO₂-utsläpp per capita är OECD-länder. Länderna finns även representerade som en grupp och man kan då se att de ligger över världsgenomsnittet för CO₂-utsläpp per capita.

1.5 Avgränsning

Uppsatsen kommer att undersöka detta med hjälp av data på utsläpp (CO₂ per capita) och ekonomisk tillväxt (BNP per capita uttryckt i 2000 års US\$) från 32 länder för vilka ej är medlemmar i OECD och 27 OECD-länder under tidsperioden 1960-2006. Övriga förklarande variabler som kommer att undersökas är koldioxidintensiteten i produktionen och koldioxidutsläpp per producerad BNP-enhet (uttryckt i 1000 USD) samt nivån på äganderätt i landet, sammanställt av ett index från www.freetheworld.com (Gwartney et al., 2010). De valda länderna summerar tillsammans 59 stycken och över en 47 års-period vilket resulterar i 2773 observationer. Länderna i sig är valda efter tillgängligt datamaterial som kunde hittas vilket har gjort att vissa länder har uteslutits av den enkla anledningen av avsaknaden av data. Det kan diskuteras vad det har för effekt på analysen då fler länder hade kunnat inkluderas men det hade lett till ett mer obalanserat dataset. De 7 OECD-länderna som uteslutits, har just gjort detta på grund av knapphändig eller obefintlig data. För de övriga länderna finns en stor variation i inkomstnivåerna då länder med högre BNP som Brasilien, Kina och Singapore hamnat i samma grupp som exempelvis Kenya, Senegal och Bolivia. Till följd av dessa länders relativt stora population, vilket lett till lägre BNP per capita samt ett obefintligt OECD-medlemskap har de inkluderats i gruppen *icke-OECD-länder*. Valet av länder kan kritiserars då de länder som ingår i gruppen OECD-länder inte varit just OECD-länder under hela den undersökta tidsperioden. Likväl är jag medveten om detta men det är ändå av intresse att undersöka så många länder som möjligt av så olika typ av inkomstnivå som möjligt för att se om en EKC uppträder på en global nivå eller inte. Detta då växthusgaserna, och däribland koldioxid, inte känner några landsgränser och får globala effekter. Således är det intressant att undersöka om ekonomisk tillväxt leder till förbättrad miljö, eftersom ekonomisk tillväxt är att eftersträva för bättre levnadsvillkor för jordens allt växande fattiga invånare.

Valet av BNP per capita som mått på inkomst motiveras fram för allt med tillgängligheten över tid och rum. Likaså motiveras valet av koldioxid per capita som indikator på utsläpp. BNP som mått på inkomst har sina nackdelar då det inte säger någonting om inkomstfördelningen i ett land. Det är dock ett väl erkänt mått på inkomstnivå och vida använt inom olika forskningsområden.

Koldioxidutsläppen har valts som beroende variabel eftersom uppsatsen vill undersöka om det finns ett globalt och universellt samband mellan ekonomisk tillväxt och utsläppsnivå, och om relationen tenderar att få EKC-utseende. Forskning som utförts tidigare har både funnit och

förkastat bevis för EKC med koldioxid som beroende variabel, då tidsseriedata använts för enskilda länder eller tvärsnittsdata för givna år.

2 Teori & Hypotes

Grunden till att empiriskt undersöka för sambandet mellan miljö och inkomst är att se om teorin för EKC går att finna. Det är en lockande tanke och eftersträvansvärt att ekonomisk tillväxt leder till förbättrade livssituationer och minskad fattigdom, som dessutom på lång sikt leder till förbättrad miljö. Ekonomisk tillväxt ämnar alltså inte bara till att reducera fattigdomen utan till och med bättre miljö, enligt EKC-teorin. Problem som finns med teorin är bland annat att miljö i dessa sammanhang ses som en lyxvara, att naturresurser är oändliga eller direkt ersättbara och att inkomst ses som exogen³ i modellen.

Att miljö ses som en lyxvara kan vara ett problem eftersom inkomstnivån måste öka för att individers preferenser skall ändras och därmed vilja konsumera denna. För att inkomsten skall öka krävs ekonomisk tillväxt som traditionellt sett sker genom att öka insatsvaror, ofta i form av ökad förbrukning av naturresurser och energiförbrukning vilket degraderar miljön.

Många naturresurser är ändliga och knappa. Det kan uppenbarligen leda till problem eftersom knappheten gör att utbudet av resursen minskar över tid och som följd av detta leder till ökning i pris. Många utvecklingsländer har visserligen ofta naturresurser att tillgå och använder dessa för att öka sin tillväxt men som för med sig ökade utsläpp. Risker med att få till en snabbt ökad tillväxt är att de förbrukar resursen för snabbt och att då de lägger ut den på marknaden gör att utbudet ökar vilket i sin tur gör att priset faller. Detta problem brukar tillskrivas *The Dutch disease*, som innebär att ett land förlitar sig till allt för stor grad på en naturresurs och investerar inte tillräckligt i annan teknologi vilket skulle komma till gagn den dagen resursen tar slut. Problemet blir alltså att utvecklingsländer har ökat sin ekonomiska tillväxt kortsiktigt och oftast även sina utsläpp men kan inte upprätthålla tillväxten dagen då resursen tar slut och de står kvar med dålig tillväxt och försämrad miljö (Tietenberg & Lewis, 2009 s. 554).

2.1 Pollution Havens & Race to the Bottom

Hypotesen om *Pollution Havens* säger att produktion som beläggs med striktare miljöregler i sitt hemland kommer att flytta sin mest förorenande produktion till länder där regelverken inte är lika strikta, för att inte förlora marknadsandelar (Tietenberg & Lewis, 2009 s. 585).

Konsumenterna kan ha incitament till att vilja låta en vara bli producerad i ett land med inte lika stränga miljöregler eftersom slutprodukten då skulle bli billigare. Ett så kallat *Race to the*

³ Uppstår utanför modellens ramar

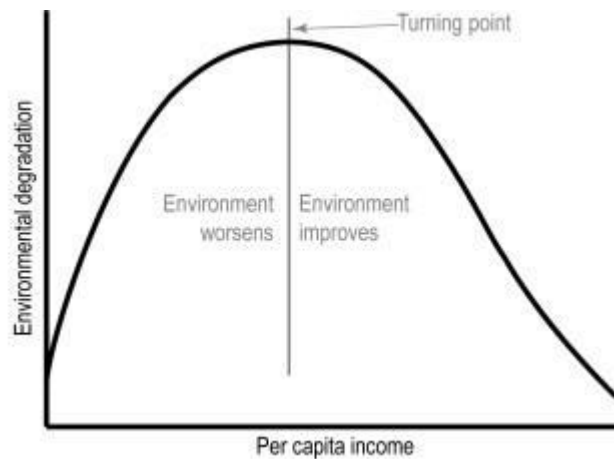
Bottom-scenario kan komma att uppstå då mindre utvecklade länder "tvingas", bland annat på grund av lägre inkomstnivå, ta emot dessa smutsigare industrier och följaktligen behålla de lägre standarderna för utsläpp för att inte drabbas av stor arbetslöshet (Tietenberg & Lewis, 2009 s. 585). En av förklaringarna till att industrier flyttar till utvecklingsländer beror på att de oftast producerar mer arbetsintensiva varor. Utvecklade länder specialiserar sig mer på bland annat serviceinriktade varor och tjänster, för vilka normalt sett inte är lika utsläppsintensiva. En annan förklaring till uppkomsten av Pollution Havens är att låginkomstländer oftast har landkapital och därmed är landet billigare att förlägga industrier på samt att låginkomstländer i allmänhet är beredda att få lägre kompensation för risken de utsätts för än höginkomstländer där medborgarna även har större inflytande över politiska och ekonomiska beslut (Tietenberg & Lewis, 2009 s. 526).

Effekterna av Pollution Havens och Race to the Bottom kan följaktligen bli att det leder till att rika länders relation mellan utsläpp och ekonomisk tillväxt stämmer överens med teorin för EKC och det omvända för utvecklingsländer. Dvs., en stor förklarande faktor till att rika länder kan uppvisa sambandet mellan ökad ekonomisk tillväxt och minskade utsläpp helt enkelt förklaras i att de flyttar sina utsläppsintensiva industrier till utvecklingsländer som i sin tur kan påvisa ekonomisk tillväxt i form av högre BNP men analogt ökade utsläpp. Exporteras miljöfarliga industrier från rika länder till fattiga ges dessa länder inte samma möjligheter att förbättra sin miljö.

2.2 Teoretisk ram

Som tidigare nämnt säger teorin om EKC att ekonomisk tillväxt på lång sikt, *ceteris paribus*⁴, leder till minskade utsläpp. Detta ger alltså upphov till en uppochnedvänd U-formad kurva som kan illustreras enligt:

⁴ Allt annat lika.



Källa: <http://images.wikia.com/green/images/e/e2/EKC.jpg>

EKC förutsätter ett antal antaganden, bland annat att nedbrytning av naturen inte har någon negativ påverkan på den ekonomiska tillväxten (Stern, 2004). Tanken är att länder väljer att satsa mer på förbättrad teknologi i sin produktion då inkomsterna ökar i landet, vilket skulle leda till lägre utsläpp. Då inkomsterna har nått en viss nivå och därefter värnar människor mer om sin omgivning är därmed också mer om miljön. Värt att ha i åtanke är det faktum att EKCs existens är vida diskuterad och samtidigt kan vara specifik för en viss utsläppstyp. Den teoretiska litteraturen grundar sig i relationen mellan utsläppen och teknologin samt preferenser.

Initialt säger teorin bakom EKC att skaleffekten är det som påverkar mest. Det vill säga att nedbrytningen/utsläppen ökar i takt med att inkomstnivån ökar. Därefter tar teknologi- och inkomsteffekten över vilket för att en inverterad U-kurva uppstår (Grossman & Krueger, 1994).

Varför den förväntade kurvan antas ta formen den gör kan förklaras följaktligen i nedanstående antaganden:

1. *Skaleffekten* – Vid ökad produktion, ökad BNP, förväntas även utsläppen att öka. Detta driver kurvan uppåt i positiv riktning. Inledningsvis kommer följaktligen utsläppen att öka i takt med den ökade produktionen.
2. *Teknologin* – Förväntas ändra utsläppsintensiteten pga.:
 - Ökad effektivitet i produktionen. Mindre input per producerad kvantitet. Leder till att kurvan blir avtagande i och med att inte lika mycket utsläpp sker som tidigare trots samma mängd produktion.
 - Renare teknologi. Mindre utsläpp per producerad kvantitet. Likt ovanstående får kurvan en avtagande effekt eftersom mindre utsläpp kommer av renare produktion trots samma producerade kvantitet.
3. *Preferenser* – Vid högre inkomst prioriteras andra varor, däribland miljö som antas vara en lyxvara. Människor kan tänka sig konsumera varor som är mer miljövänliga och betala ett högre pris för detta. Exempelvis kan individer i höginkomstländer tänka sig betala ett högre pris för sitt boende för att inte bo nära en industri eller köpa miljöbilar. I låginkomstländer är det primära att få igång produktion och infrastruktur.

Ovanstående antaganden skulle alltså leda till att EKC tar formen av ett upphöjdvänt U eftersom utsläppen ökar i takt med inkomsten till en viss nivå då den andra och tredje punktens effekter tar över.

2.3 Förväntat resultat

För de utvalda OECD-länderna förväntas en upphöjdvänt U-kurva att uppträda vid en enkel regression med endast BNP per capita som förklarande variabel till mängden utsläpp CO₂ per capita. Detta baserat på ovanstående antaganden då teknologin och preferenserna har ändrats i länder med högre inkomster per capita. Rika länder har specialiserat sig på ett högteknologiskt samhälle och har inte i samma utsträckning tunga förorenande industrier då dessa har blivit renare eller förpassade till andra länder. Hos de undersökta utvecklingsländerna, enligt motsvarande argument som ovan, antas inte EKC att uppträda. Teorin är i grunden densamma, att ekonomisk utveckling kommer att leda till bättre miljö men skillnaderna i resultaten antar uppsatsen föreligga då endast höginkomstländer har uppnått den förändring i teknologin samt preferenser för att EKC skall existera.

Emellertid, då mer ekonometriska och statistiska fundament undersöks noggrannare bör de empiriska bevisen för EKC-kurvans existens vara mindre trovärdiga, både vad gäller OECD-länderna och icke OECD-länder.

2.4 Hypotes

Följande hypoteser kommer att ligga till grund för uppsatsen då tidigare forskning visat ansatser till skillnader för EKC vad gäller hög- och låginkomstländer:

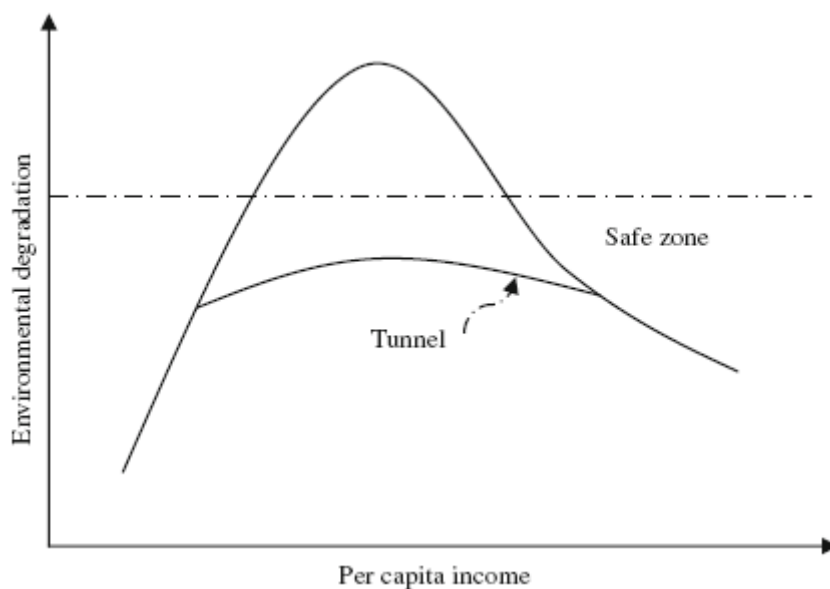
- 1) Uppvisande av EKC finns hos de undersökta OECD-länderna.
- 2) Belägg finns inte för EKC hos de undersökta utvecklingsländerna.

3 Tidigare forskning

De första studierna, och ursprunget till EKC, alstrades i och med framläggandet *Economic Growth and the Environment* av Gene M. Grossman och Alan B. Krueger vilka båda var verksamma vid Princeton University (New Jersey, USA). Rapportens grundläggande frågeställning var huruvida ekonomisk tillväxt i längden monotont ledde till försämring och förslitning i miljön eller om ekonomisk tillväxt faktiskt kunde, i motsats, leda till förbättring av miljön (Grossman & Krueger, 1994). De fann inga bevis för att miljö stadigt påverkades negativt av ekonomisk tillväxt, snarare fann de att ekonomisk tillväxt på lång sikt hade en positiv effekt på miljön. Bättre uttryck ledde ekonomisk tillväxt, enligt deras studie, initialt till att nedbrytning av naturen ökade för att sedan efter en vändpunkt, dvs., en viss inkomstnivå, minska. Detta leder till att den skattade regressionslinjen får en form likt ett uppochnedvänt U. Även Världsbanken hade gjort samtida studier på detta och fått liknande resultat med ökade föroreningar vid låga inkomstnivåer och avtagande föroreningar vid högre inkomstnivåer (Grossman & Krueger, 1994). Grossman och Kruegers rapport innefattade dock endast ett land, Mexiko, och hur det hade påverkats av NAFTA-samarbetet.

En svensk rapport utförd av Thomas Sterner på begäran av SIDA ställer sig mycket frågande till EKC. Sterner menar på att ekonomer generellt sett och deras modeller tar alldeles för lätt på miljöproblemet. Att ett lands BNP-tillväxt per automatik skulle leda till förbättrad miljö, allt annat lika, är ingen bra inställning till dagens växande miljöproblem enligt honom. Att finna bevis för EKC hos vissa typer av utsläpp är möjlig menar Sterner men allt som oftast tar man inte i beräkning de externa kostnaderna som uppstår på grund av ytterligare miljöutsläpp. Många ekonomer inom ämnet definierar miljö som en lyxvara för vilken det alltså krävs en högre inkomst för att konsumera. Ekonomisk tillväxt på bekostnad av miljö är alltså initialt nödvändig för att kunna ha råd att satsa på förbättrad miljö i framtiden enligt teorin. Å andra sidan påpekar Sterner även att de som hävdar att tillväxten bör upphöra för att på så vis rädda miljön inte heller har rätt inställning till problemet. Att efterstäva ekonomisk tillväxt på bekostnad av initial miljöförstöring kan dock vara förödande menar Sterner eftersom det oftast är dyrare att ”städa upp” redan skedd miljöförstöring istället för att arbeta preventivt. Utvecklingsländer skulle givetvis kunna dra nytta av mer utvecklade länders teknologi för att i ett tidigare stadium minska sina utsläpp analogt med ekonomisk tillväxt.

Liksom Sterner menar att utvecklingsländer kan utnyttja bättre och renare produktionsteknologi och därmed inte ska behöva gå igenom alla de faser som dagens utvecklade länder har gjort under mestadels 1900-talets senare hälft, påpekar även Mohan Munasinghe. De funna resultaten i tidigare utförda regressionsanalyser för OECD-länders utsläpp och ekonomisk tillväxt är inte globalt universella fastställer han. Detta menar Munasinghe borde kunna gynna utvecklingsländer om de får tillgång till de utvecklade ländernas produktionsteknologi eftersom de då borde kunna nå en tidigare vändpunkt. Detta då de skulle slippa gå igenom alla de olika teknologiska skedena som de utvecklade länderna redan gjort och ta en genväg, för vilken han beskriver som en tunnel. Miljöförstörelsen skulle alltså inte behöva bli så stor som man förutspår.



Källa: Md. Danesh Miah et al. / *Energy Policy*, nr.38 (2010)

Huruvida detta är möjligt att bli realitet är en hett diskuterad fråga och i stor mån rent spekulativ. Kritik till detta finns då flera menar att teorin om *Pollution havens* och *Race to the bottom* är stora bidragande faktorer till att utvecklade länder faktiskt kan uppvisa en EKC och utvecklingsländer inte kan göra det. I klartext kan sägas att rika länder har förlagt sin mer förorenande produktion till utvecklingsländer där arbetskraften är billigare och regelverket är mindre strängt (Stern, 2004). Dessutom finns åsikter om att i takt med att utvecklingsländerna blir rikare kommer de själva i sin tur inte ha möjligheten att förlägga sina förorenande industrier till andra utvecklingsländer då rika länder redan gjort det eller att alla länder till slut är på en så pass hög inkomstnivå att de inte är villiga att ta emot dessa typer av industrier (Shafik & Bandyopadhyay, 1992).

Andra studier som genomförts åsyftar till att bättre undersöka de ekonometriska och statistiska problemen som kan uppstå vid regressioner. I tidsseriedata, som har varit ett vanligt tillvägagångssätt inom området, kan det uppstå problem som måste undersökas. Detta görs av David I. Stern i sin rapport *The Rise and fall of EKC* från 2004. Stern framhåller att EKC framför allt är grundat på emiriska undersökningar som över lag har dåligt genomförda ekonometri som underlag. Författaren går kronologiskt igenom några stora och erkända studier som tidigare genomförts och penetrerar dem. Dessa tidigare studier har haft varierande resultat i slutsatserna beträffande EKCs existens. Framför allt kritiserar han Grossman och Kruegers slutsatser då han bedömer att den genomförda ekonometrin har varit bristfällig. En stor del av kritiken ligger i att andra tidigare studier inte redovisat tillräckligt för de ekonometriska problem som kan föreligga så som exempelvis icke-stationäritet, multikolinjäritet och korrelation mellan variabler. Sterns slutsats är att bevis för EKC kan finnas för specifika utsläppstyper och länder men anser inte att EKC bevisligen är universellt fakta, det vill säga att ekonomisk tillväxt i slutändan troligtvis inte kommer att leda till förbättrad miljö på global nivå då vissa typer av utsläpp istället ersätts med andra.

En studie utförd av Vishal Chandr Jaunky (2010) innefattade 36 höginkomstländer visade att koldioxid hade en avtagande påverkan från BNP, både på kort och lång sikt för dessa länder under den undersökta tidsperioden 1980-2005. Studiens resultat visade på att en ökning av BNP med 1 % ledde till en ökning av koldioxid med 0.68 % på kort sikt. På lång sikt ledde samma ökning av BNP till ett ökat utsläpp av koldioxid med 0.22% vilket kunde bekräfta att EKC kunde föreligga. Däremot kunde aldrig något samband att BNP leder till en negativ förändring av koldioxidutsläppen hittas varpå bevis för EKC inte kunde antas utan endast att utsläppen i dessa länder visade ansatser till stabiliseras över tid. Endast 7 av de 36 kontrollerade länderna kunde uppvisa någon form av samband i linje med EKC. På längre sikt, än vad som undersöktes, är det möjligt att ett sådant samband skulle inträffa men är endast spekulativt enligt uppsatsförfattaren.

En annan studie som genomförts med paneldata innefattade istället 43 utvecklingsländer (Narayan & Narayan, 2009). Studien undersökte hur inkomstelasticiteten förändrades över tid och fann att den även hos dessa länder förändrades från kort till lång sikt. Ansatsen var att om den långsiktiga inkomstelasticiteten var mindre än vad den kortsiktiga var, kunde ett samband, för vilket minskande utsläpp, mellan BNP och koldioxid ses. Det förefall sig som så att detta endast verkade ha skett i länder belägna i Mellanöstern och sydöstra Asien. Några av

länderna som inkluderades i Jaunkys studie fanns även med i denna men fick inte samma resultat. Detta förklarades av Jaunky med skillnaden i tillvägagångssätten.

Panayotou (1997) gör ett försök i att se vad de institutionella och politiska nivåerna i länder har för effekt på miljöpolicy som bedrivs. Han finner bland annat i sina studier att en ökning av institutionell nivå på 10 % leder till en minskning av svaveldioxid med 15 %. Vidare finner han även lägre utsläppselasticitet för ekonomisk tillväxt och befolkningsdensitet, vilket gör att han anser att det är bättre att satsa på stabila och utvecklade institutioner än att försöka hindra ekonomisk tillväxt för att uppnå förbättrad miljö.

Även andra har funnit statistiskt signifikanta resultat i att goda institutioner har en negativ påverkan på utsläpp (Nguyen⁵). Hos 6 undersökta östasiatiska länderna⁶ finner han ändå inget bevis för EKC i relationen mellan CO₂-utsläpp och BNP utan snarare ett enformigt ökande linjärt samband. Då han i sin studie bland annat inkluderar öppenhet för handel, i form av FDI (Foreign Direct Investment) och handelsintensitet som variabler, för vilka har positiv effekt på utsläppen, anser han finna stöd för teorin om Pollution Havens⁷. Författaren anser sig ha hittat argument för att striktare miljöregler och teknologisk förbättring (i form av renare utsläpp) efterfrågas då inkomsterna stiger. Tack vare sina funna resultat menar han i sina slutsatser att det fram för allt krävs rigorösare miljöregler men bedömer inte att ekonomisk tillväxt bör hämmas på andra sätt för att uppnå bättre miljö.

Redovisandet av ovanstående tidigare forskningar visar på stora skillnader i resultat för existensen av EKC. Val av metod, val av länder och tolkning av framställda resultat genererar inget ensidigt svar angående riktigheten för EKC. Den senaste forskningen är av blandade svar och framför allt har mer lokala undersökningar gjorts, baserade på paneldata, inom ett enskilt land. Exempel på dessa är funna bevis för EKC i Kina men dessa redovisas ej för i den här uppsatsen då avsikten är att undersöka på mer global nivå och inte lokal eller regional.

⁵ Ej funnit årtal för publiceringstillfälle men studien omfattar perioden 1980-2006

⁶ Kina, Indonesien, Malaysia, Filippinerna, Thailand och Vietnam

⁷ Se avsnitt 2.1

4 Ekonometrisk modell

Den metod som jag kommer att undersöka för eventuella bevis för en EKC-kurva i de utvalda länderna är en regressionsanalys. Den generella formen som uttrycker sambandet mellan en beroende variabel och de oberoende variablerna i en multipel regressionsmodell är enligt följande då både tidsseriedata och tvärsnittsdata används (paneldata):

$$E(y_{it}) = \beta_1 + \beta_2 x_{it} + \beta_3 x_{it} + \dots + \beta_K x_{Ki} + \varepsilon_{it}$$

$$i=1,2, \dots, N$$

$$t=1,2, \dots, T$$

Den ekonometriska modellen grundar sig på den ekonomiska modellen med skillnaden att man kan dela upp den ekonometriska modellen i två delar, den systematiska och den slumpmässiga (ε_{it}). I modellen antar man att de förklarande variablerna kan förklara den så kallade systematiska delen av y_{it} (Westerlund, 2005, s. 137-138).

4.1 Paneldata

I denna uppsats kommer så kallad paneldata att användas vilket innebär datamaterialet innefattar tidsseriedata och tvärsnittsdata. Tidsseriedata består av data från flera tidsperioder, år i denna uppsats, för en enskild variabel. Tvärsnittsdata är data för flera variabler men vid en given tidpunkt, exempelvis diverse länders BNP vid ett givet år. Paneldata är således en kombination av de två tidigare nämnda typerna av data och består alltså av data för en viss variabel under en tidsperiod (Westerlund, 2005 s. 18-19). I uppsatsen är det koldioxidutsläpp per capita och BNP per capita under tidsperioden 1960-2006. Vid tillämpning av paneldata kan man inte anta att observationerna är slumpmässigt fördelade över tiden då utelämnade variabler som påverkade till exempel koldioxidutsläppen i ett givet land 1985 även gjorde det följande år. På grund av detta har särskilda metoder för paneldata tillkommit (Wooldridge, 2006, s. 485).

Fördelar med paneldata är att man får fler dimensioner i sin regressionsanalys än användandet av enbart tidsseriedata eller tvärsnittsdata. Paneldata är bäst applicerat då man vill kontrollera för icke-observerade ting som är konstanta över tid så som städer, enskilda individer, företag

etc., för vilka man kan tänka sig är korrelerade med de förklarande variablerna i modellen (Verbeek, 2008 s. 356).

Tidiga försök att finna empiriskt stöd för EKC använde sig fram för allt av tidseriedata för ett enskilt land och ibland tvärsnittsdata. Paneldata har på senare år blivit allt mer tillämplig på det här forskningsområdet och det finns flertal studier genomförda på detta vis.

4.2 Regressionsmodell

Grunden till den ekonometriska ansatsen i EKC utgörs av en logaritmerad funktion med den naturliga logaritmen för att den beroende variabeln inte kommer vara noll eller negativ då man alltid räknar med lite utsläpp (Stern, 2004) enligt nedan:

$$\ln Utsläpp/cap_{it} = \alpha_i + \gamma_t + \beta_1 + \beta_2 \ln BNP/cap_{it} + \beta_3 \ln BNP/cap_{it}^2 + \varepsilon_{it}$$

Där, i denna uppsats, *Utsläpp* är koldioxidutsläpp per capita uttryckt i ton per år⁸ (CO_2) för ett givet land. β är riktningskoefficienten samt ε är den så kallade feltermen. α_i behandlas i en Fixed Effects-modell som konstant över tiden och är den icke-observerbara delen (Wooldridge, 2006 s. 461)

⁸ Average CO2 emission in metric tons per person during the given year, calculated from dividing the total CO2 with the total population of the country.

4.3 Fixed Effects & Första differensen

Vid tillämpning av paneldata finns det ett antal tillvägagångssätt. Fixed effects och Första differensen är vanliga sätt att modellera den ekonometriska analysen på och kommer applicerad i den här uppsatsen. De flesta tidigare studier som gjort på EKC-kurvan har tillämpat fixed effects. I en fixed effects-modell behandlas α_i som en konstant för det som inte är observerbart men påverkar koldioxidutsläpp och kallas för fixed effects (Wooldridge, 2006 s. 461).

Första differensen kan användas i paneldata för att ta bort en icke-observerad effekt som varit konstant över tiden också, precis som fixed effects modellen gör. Istället för att använda sig av de variabler man valt i modellen räknar man ut differenser av dem och använder dessa som variabler. Alltså, att skillnaden i koldioxidutsläpp förklaras i skillnaden mellan BNP per capita. Differensen är tagen från år till år i kommande utförda regressioner i uppsatsen. Ekvationen för första differensen kan uttryckas på följande generella form (Verbeek, 2008 s. 362):

$$(y_{it} - y_{i,t-1}) = (x_{it} - x_{i,t-1})'\beta + (u_{it} - u_{i,t-1})$$

eller:

$$\Delta y_{it} = \Delta x_{it}'\beta + \Delta u_{it}$$

Problem med att använda sig av första differensen är då den förklarande variabeln inte förändras sig mycket över tid (Wooldridge, 2006, s.475), vilket skulle kunna vara ett problem då BNP ligger i den farozonen. Även koldioxidutsläppen förändras inte så mycket över tid och teknologiska upptäckter tar tid att förverkliga inom produktionen.

4.4 Felkällor

Vid skattningar av de olika β -koefficienterna i regressionen bör man kontrollera för eventuella felkällor som kan uppstå. Då OLS-estimatoren (Ordinary Least Squares, minsta kvadratmetoden på svenska) bygger på Gauss-Markov-antagandena som inte får brytas för att estimatören skall den bästa estimatören att använda undersöks eventuella felkällor. Användandet av paneldata är inget undantag för att dessa antaganden skall gälla.

4.4.1 Normalfördelning

Den centrala gränsvärdessatsen säger att om antalet observationer växer, närmar sig stickprovsestimatorer normalfördelningen. Överstiger observationerna 30 stycken ($N > 30$) kan normalfördelning normalt sett antas. Detta är nödvändigt för att få korrekta skattningar att infalla inom ett visst intervall. Då populationen antas vara normalfördelad kan så även stickprovet antas vara det och därmed även stickprovsmedelvärdet (Westerlund, 2005 s. 58-59). Trots det har Jarque-Bera-test utförts för att se ifall normalfördelning förekommer. I vissa fall kan det verka tvivelaktigt men då alla regressionerna utförda i denna uppsats långt överstiger 30 observationer borde normalfördelningen kunna antas utan att skapa större problem.

4.4.2 Heteroskedasticitet

Problem föreligger om residualerna inte antar samma varians över observationerna och de är då heteroskedastiska. Råder heteroskedasticitet är kan inte inferens utföras eftersom OLS-estimatoren inte längre genererar lägst varians. I motsats vill man att residualerna skall vara homoskedastiska, alltså att deras varians är konstant över observationerna (Westerlund, 2005 s.173). Ett sätt att lösa detta problem är att man använder sig av en ändrad varians-kovariansmatris med hjälp av Whites-estimatoren vilket gör att man kan göra inferens trots att heteroskedasticitet finns (Westerlund, 2005 s.176).

4.4.3 Multikolinjäritet

Problem med multikolinjäritet uppstår då regressionen består av fler än en förklarande variabler och dessa i sin tur beror på varandra. Detta leder till att det blir svårt att avgöra de enskilda effekterna av variablerna i deras påverkan på den beroende variabeln (Westerlund, 2005 s. 159-160). För att undersöka om multikolinjäritet finns kan man undersöka korrelationen mellan de förklarandevariablerna. Generellt kan sägas att om korrelationen mellan variablerna övertiger 0.8 bör misstankar om multikolinjäritet väckas. I den här uppsatsen kan multikolinjäritet accepteras då regressionsmodellen i sig är till för att försöka förutsäga en framtida relation (Gujarati & Porter, 2010 s.258), vilket den här uppsatsen mål är mellan koldioxidutsläpp och ekonomisk tillväxt. Eftersom BNP per capita och BNP per capita² är de två fundamentala förklarande variablerna i uppsatsen kan multikolinjäritet accepteras.

4.4.4 Autokorrelation

Vid tillämpning av tidseriedata, vilket är en del av paneldata som används i uppsatsen, bär man alltid testa för autokorrelation (Gujarati & Porter, 2010 s.334). Vid fall av autokorrelation bör man transformera om modellen så att detta problem inte längre finns, vilket kan göras med att till exempel använda sig av första differensen.

4.4.5 Kausalitet

Vad beror egentligen på vad i regressionen? Omvänd kausalitetssamband kan tänkas finnas mellan den beroende variabeln och de oberoende variablerna i modellen. EKC säger att flödet av utsläpp beror på inkomsten men ifall omvänt kausalitetssamband råder skulle det betyda att det omvända lika gärna skulle kunna föreligga (Lean & Smyth, 2009). Detta innebär problem i analysen eftersom det blir svårt att avgöra vilket samband som verkligen råder. Alltså, sker utsläpp till följd av ökad BNP eller ökar BNP på grund av ökad produktion och utsläpp. Tanken med EKC är ju dock att man får acceptera utsläpp i början för att nå upp till en inkomstnivå varefter utsläppen minskar, dvs. BNP ska förklara variationen i utsläpp. Då inte ensidig kausalitet råder i ett visst land kan det tänkas att endogena faktorer ligger till grund för sambandet, alltså att oobserverade omständigheter gör att resultaten blir som de blir. Detta behöver inte vara sant för alla inkluderade observationer (Verbeek, 2008, s. 141).

4.4.6 Icke-stationäritet

Ifall inkluderade variabler är av icke-stationär karaktär leder detta till felaktig inferens. Icke-stationäritet innebär att en slumpvariabel inte har konstant medelvärde och varians över tid. Därutöver beror inte kovariansen mellan två observationer bara på avståndet i tid utan även tidpunkten för då de iaktogs (Westerlund, 2005 s.202). Då flera variabler som är icke-stationära ingår i modellen blir slutsatserna vilseledande eftersom R^2 -värdet och t-statistikan blir stora vilket skulle tolkas som om att variablerna hade haft ett starkt linjärt samband, trots att de egentligen inte är beroende av varandra. Då även Durbin-Watson-värdet blir litet finns det stor anledning till att tro att autokorrelation föreligger i modellen (Westerlund, 2005 s.205). Om variablerna i modellen är icke-stationära har de en enhetsrot och stokastisk trend och således gäller även detta för residualerna. En tumregel är att den beräknade DW-statistikan skall vara nära 2 för att autokorrelation inte skall förekomma:

$$DW \approx 2(1 - \widehat{\rho})$$

från ovanstående kan vi, med hjälp av Eviews framräknade DW-statistika få en approximation på $\hat{\rho}$ genom följande:

$$\hat{\rho} \approx 1 - \left(\frac{DW}{2}\right)$$

Eftersom nollhypotesen säger att ingen autokorrelation råder om ρ är nära noll, det vill säga att parentesen ovan blir lika med ett, kan det skrivas som hypoteserna ställas upp enligt:

$$H_0: \rho = 0 \quad (DW \approx 2)$$

$$H_1: \rho > 0 \quad (DW \approx 0)$$

Problem då det kommer till paneldata kan dock förekomma eftersom intervallet mellan DW_L och DW_U , för vilket det är oklart om autokorrelation råder eller ej, tenderar att bli mycket små vid stora stickprov (Verbeek, 2008 s.374).

5 Data & egen tillämpning

Uppsatsen kommer att utgå från de antagandena som finns bakom EKC. För att utveckla vidare skall även variabler på respektive länders institutioner i form av äganderätter inkluderas i regressionen för att se om detta har någon påverkan på utsläppen. Då avsaknaden av äganderätter generellt sett varit ett stort bidragande problem till utebliven ekonomisk tillväxt ibland annat Latinamerika (Rodrik, 2003) vill jag se om detta bidragit till någon signifikant skillnad mellan de båda grupperna samt om det har en positiv eller negativ effekt på utsläpp.

Den beroende variabeln i EKC kan vara en mängd olika typer av mått på miljön. I denna uppsats har jag valt CO₂-utsläpp per capita som mått på miljön. Det skall självklart tas i beaktning att andra mått på miljön, exempelvis andra växthusgaser eller vattenkvalitet, kan generera andra resultat. Emellertid fann jag bäst data för koldioxid, vilket är det valda måttet på miljö och således den beroende variabeln i regressionsmodellen. Koldioxid i sig är inget egentligt mått på ”bra miljö” men det är ett svårdefinierat begrepp och på y-axeln mäts vanligtvis nedbrytning av miljön i någon form.

5.1 Beroende variabel

Den beroende variabeln i modellen är vanligtvis någon form av mått på utsläpp. Det kan också modelleras som tillgång till rent vatten eller förbrukning av naturresurser. Man kan således förvänta sig varierande resultat beroende på val av beroende variabel och funktionell form. I den här uppsatsen kommer koldioxidutsläpp per capita att vara den beroende variabeln i enlighet med många andra genomförda ekonometriska studier på forskningsområdet. Jag har valt att koncentrerar min uppsats till koldioxid utsläpp då dessa står för cirka tre fjärdedelar (76,7%) av de så kallade växthusgaserna i världen (IIPC, 2007). Växthusgaserna har i sin tur en stark korrelation till den pågående globala uppvärmningen (Miah et al, 2010).

Data av variabeln har samlats in från sammanställt datamaterial av diverse mikroenheter och hämtats från www.gapminder.com. Variabeln är beräknad som ett lands totala koldioxidutsläpp, mätt i ton, dividerat med populationen vilket gör att variabeln uttryckts i ton per capita. Kritik går att framföra då datamaterialet som använts är sammanställt från en mängd olika källor och länders officiella statistik vilket inte alltid kan antas vara till 100 % korrekt. Dock var det valda datamaterialet det bästa som gick att tillgå. Det är svårt för en

oberoende att samla in data för länders koldioxidutsläpp och man får förlita sig på den data som finns till förfogande men vara medveten om problemen som kan förekomma.

5.2 Oberoende variabler

Den förklarande variabeln är normalt sett inkomstnivån i ett givet land. Uppsatsen kommer att behandla BNP per capita⁹ (PPP-justerad) som den förklarande variabeln av den orsaken att den reducerade formen, och vanligaste använda, enligt den ekonometriska modellen säger så (Stern, 2004). Liksom den beroende variabeln har data på detta hämtats från sammanställda dataset från www.gapminder.org. Övriga kontrollvariabler som kommer att användas är koldioxidintensiteten¹⁰, koldioxidutsläpp per producerad BNP¹¹ uttryckt i 1000 USD samt nivå av äganderätt som insamlats från www.freetheworld.com.

Koldioxidintensitet i produktionen och koldioxid per producerad BNP har inkluderats i två av regressionerna som ytterligare kontrollvariabler för att se hur stor påverkan de har för modellen. För att se om de har en betydande effekt på utsläppen då det kan ge indikationer på vilken typ av energikällor som används och eftersom koldioxidutsläpp är utgör en stor bieffekt av energiutbudet i stora delar världen.

5.3 Egen Tillämpning

Datamaterialet som används i uppsatsen är som sagt insamlat genom diverse databaser, för vilka finns redovisade i referenslistan, och sträcker sig över tidsperioden 1960-2006. BNP per capita och koldioxidutsläpp per capita, de två grundstenarna som EKC bygger på i den här uppsatsen finns data för varje år och varje undersökt land. För övriga variabler har data inte varit lika fullständig.

Till att börja med genomförde jag enkla regressioner med hjälp av Excel för att på så vis ta fram så kallade scatterplots för respektive undersökta grupp av länder.

Observera att regressionerna utförda i Excel inte är utförda med den naturliga logaritmen av variablerna då den kvadrerade BNP per capita-variabeln refererade till cellerna innehållandes BNP per capita. Detta gjorde att indataområdet inte refererade till ett

⁹ Gross Domestic Product per capita in constant (2000, PPP-adjusted) US\$. The inflation but not the differences in the cost of living between countries has been taken into account

¹⁰ CO2 intensity (kg per kg of oil equivalent energy use)

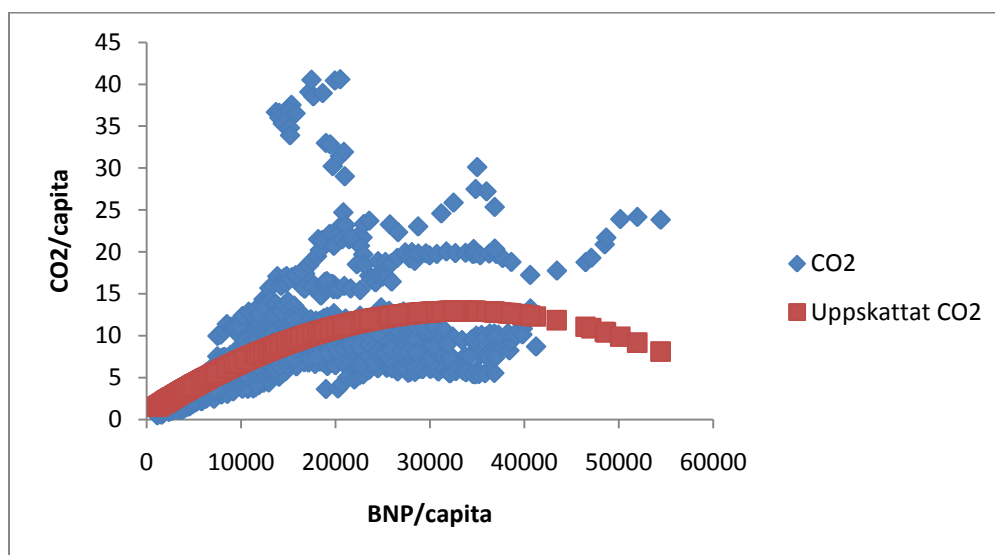
¹¹ Metric Tons of Carbon Dioxide per Thousand (2000, PPP-adjusted) U.S. Dollars

kontinuerligt område, för vilket jag inte kunde lösa. Utöver detta inkluderas varken koldioxidintensitet eller koldioxid per producerad BNP då data inte gick att finna för alla åren under den undersökta tidsperioden och då det i och med detta saknades data i vissa celler i Excel kunde inte en regression genomföras i programmet som inte kan hantera avsaknaden av data i celler. Alltså, regressionen ser ut som följer:

$$CO_2/cap_{it} = \beta_1 + \beta_2 BNP/cap_{it} + \beta_3 BNP/cap_{it}^2 + \varepsilon_{it}$$

Resultaten presenteras nedan:

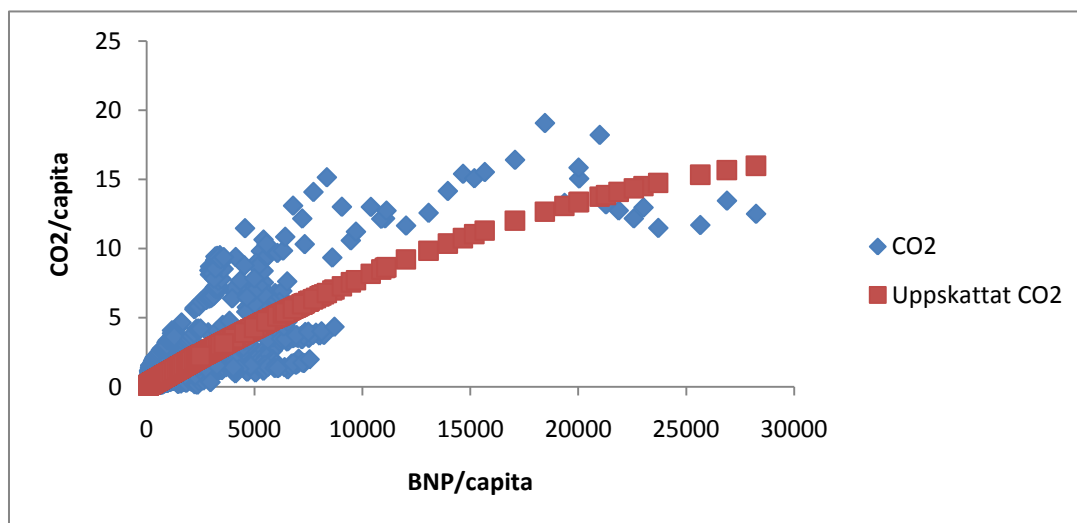
Diagram 1a (Scatterplot för OECD-länderna. Beroende variabel CO_2 ton/cap, Förklarande variabel BNP/cap i 2000-års US\$)



	Koefficienter	Standardfel	t-kvot	p-värde
Konstant	0,737572	0,417055	1,768524	0,077223
GDP/cap	0,000732	4,8E-05	15,24375	3,71E-48
GDP/cap ²	-1,1E-08	1,2E-09	-9,10125	3,55E-19

R^2 justerad = 0,297457

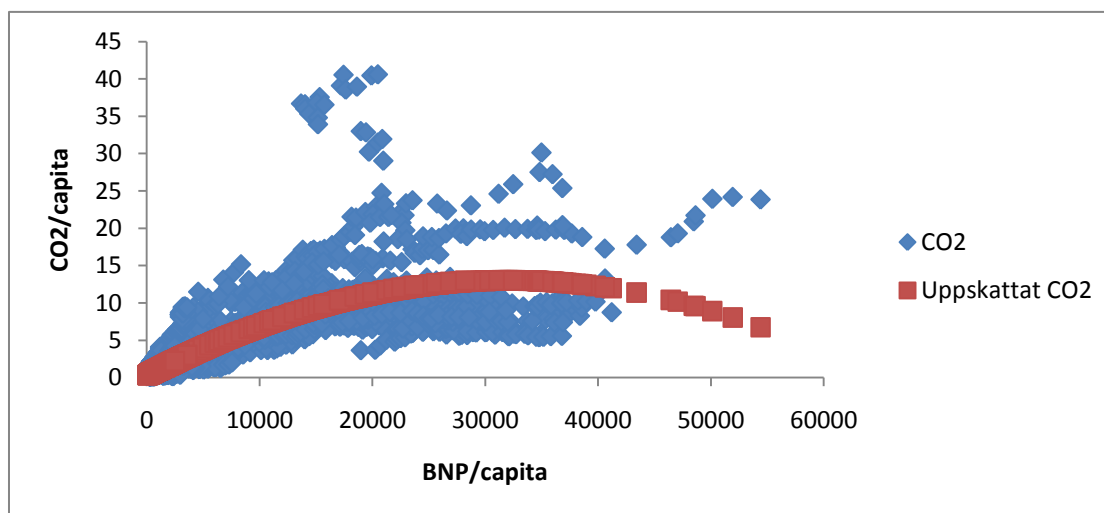
Diagram 1b (Scatterplot för Utvecklingsländerna. Beroende variabel CO₂ ton/cap, Förklarande variabel BNP/cap i 2000-års US\$)



	Koefficienter	Standardfel	t-kvot	p-värde
Konstant	0,046097	0,066831	0,68976	0,490452
GDP/cap	0,00091	3,15E-05	28,86622	4,1E-146
GDP/cap ²	-1,2E-08	1,68E-09	-7,28884	5,03E-13

R² justerad = 0,596115

Diagram 1c (Scatterplot för OECD & Utvecklingsländerna. Beroende variabel CO₂ ton/cap, Förklarande variabel BNP/cap i 2000-års US\$)



	Koefficienter	Standardfel	t-kvot	p-värde
Konstant	0,280201	0,106218	2,637971	0,008388
GDP/cap	0,000805	2,85E-05	28,23149	5,1E-154
GDP/cap ²	-1,3E-08	7,44E-10	-16,8878	6,29E-61
Doecd	-0,14699	0,228391	-0,64359	0,519895

R² justerad = 0,584527

I de ovanstående diagrammen har jag, med hjälp av Excel, gjort en enkel regressionsanalys för att kunna skatta en kurva. De två första scatterplotsen visar koldioxidutsläpp per capita och ett uppskattat värde av koldioxidutsläpp per capita för utvecklingsländerna respektive OECD-länderna. Att två skilda regressioner gjordes var för att kunna visa på eventuella skillnader i de skattade kurvornas utseende då jag låtit intercepten vara skilda från varandra. I det tredje diagrammet är de båda grupperna sammanslagna till ett dataset och en gemensam skattad kurva. De enkla regressionerna som utfördes i Excel presenteras tillsammans med teststatistika, koefficientskattningar, standardfel och förklaringsgrad.

Till att börja med verkar koefficienterna för BNP per capita och BNP per capita² anta de tecken som förutsätter EKC, det vill säga att den förstnämnda har en positiv koefficient och den sistnämnda har en negativ. Variablerna är signifikanta i samtliga tre regressioner på 1 % -nivån. Storleken på koefficienterna är alltid intressant att belysa. I alla tre fallen är de små och har således inte särskilt stor påverkan på den beroende variabeln i regressionen, detta fall koldioxid per capita. I diagram 1a och 1c kan man betrakta kurvor som torde kunna tolkas som uppochnedvända U:n, överensstämmande med EKC. I diagram 1b däremot tycks inte EKC kurvan riktigt ännu nått vändpunkten och följaktligen skulle detta kunna bekräfta teorin om att utvecklingsländerna ännu inte kommit upp i tillräckligt hög inkomstnivå för att det skall leda till förbättras miljö. En dummyvariabel för OECD-länderna inkluderades i regression 1c för att kunna urskilja effekten av att ett land har högre inkomst. Koefficienten för dummyvariabeln är negativ vilket också var i linje med det förväntade resultatet, alltså att det faktum att vara ett OECD-land har en negativ påverkan koldioxidutsläpp.

Dummyvariabeln är dock inte signifikant för regressionen.

Så långt kan man alltså tycka att bevis för EKC har funnits i och med dessa regressioner. Dock, tittar man närmare på resultaten kan man ställa sig mer skeptiskt inställd till dem då t-statistisiken i för BNP-variablerna är relativt stora, sakanden av bland annat Durbin-Watson statistika samt att Excel i min regression behandlat data som en tidsserie.

Då många regressionsanalyser genomförda på området har varit av mer eller mindre ifrågasatta då det har kommit till ekonometrin (Stern,2004) kommer jag att gå in lite närmare på det i kommande avsnitt för att se om bevisen för EKC håller eller inte genom att på nytt köra regressioner med samma data men som då kommer att behandlas som paneldata och analysen kommer att ske med hjälp av ett mer renodlat statistisk datorprogram (Eviews).

Regression 1

Den första regressionen, som utfördes i Eviews med fixed effects dummyvariabler för både tidsperioder och tvärsnitt, genererades följande resultat:

$$\ln CO_2 / cap_{it} = \alpha_i + \gamma_t + \beta_1 + \beta_2 \ln BNP / cap_{it} + \beta_3 \ln BNP / cap_{it}^2 + \varepsilon_{it}$$

Beroende variabel: $\ln CO_2 / cap$

Variabel	Koefficient	Standardavvikelse	t-statistika	P-värde
Konstant	-10.03016	0.348732	-28.76182	0.0000***
Ln(BNP/cap)	2.115731	0.082284	25.71266	0.0000***
Ln(BNP/cap ²)	-0.092295	0.005122	-18.01927	0.0000***
R ²	0.955885			
Justerat R ²	0.954128			
Durbin-Watson	0.173761			
Inkluderade tidsperioder	47			
Inkluderade tvärsnitt	59			
Totalt observationer (Obalanserat)	2768			

*** - Signifikant på 1 % -nivå, ** - signifikant på 5 % -nivå, * - Signifikant på 10 % -nivå

Resultaten visar ”korrekta” tecken för variablerna BNP per capita och BNP per capita², då den förstnämnda är positiv och den andra negativ vilket teorin bakom EKC säger. Båda variablerna är enligt resultaten starkt signifikanta för modellen vilket t-statistikan och P-värdet indikerar. Koefficientskattningarna i ovanstående tabell visar på att effekterna av inkomstnivån i den använda modellen är större, alltså påverkar utsläppen mer än regressionerna utförda i Excel. Dock är resultaten inget att förlita sig på då flera indikationer tyder på problem med modellen, vilket diskuteras i nästa stycke.

Liksom vid regressionerna som tidigare utfördes i Excel tycks denna regression generera dåliga skattningar då den presenterar högt R²-värde, uppblåsta t-statistikor och ett lågt Durbin-Watson-värde vilket indikerar på autokorrelation. Detta leder till att jag testat de enskilda variablerna för enhetsrötter och finner att nollhypotesen accepteras och kan därmed

konkludera att variablerna i fråga är icke-stationära¹². Detta är i sig ett vanligt problem vid makroekonomiskdata då exempelvis BNP i regel växer över tid och i små förändringar.

Vidare testas residualerna för enhetsrötter och testet förkastar nollhypotesen om enhetsrot. Med dessa resultat, för att kunna göra inferens kommer således kommande regressioner att utföras med hjälp av första differensen för att på så vis vara säker på att variablerna istället är stationära. De höga värden på R^2 och justerat R^2 tyder på multikolinjäritet vilket också gör att modellen bör ommodelleras. Multikolinjäritet behöver nödvändigtvis inte bara vara av dålig natur i fall då man vill förutsäga framtida beteende, vilket tanken med EKC är till stor del, då man efterstavar att undersöka om sambandet är att förvänta i framtiden också (Gujarati & Porter, 2010 s.258). Multikolinjäritet är även att förvänta då de förklarande variablerna i modellen är BNP per capita och BNP per capita² är starkt korrelerade med varandra¹³.

¹² Testen redovisas i appendix

¹³ Se appendix

Regression 2

I följande regression kommer en första differensen-modell att användas istället för en fixed effects-modell. Det innebär att differenserna mellan både den beroende variabeln och de oberoende variablerna kommer att fungera som variabler för att råda bot på problemet med autokorrelation och perfekt korrelerade variabler. *Whites diagonal estimator* har använts för standardavvikelse och kovarians.

$$\Delta \ln CO_2 / cap_{it} = \beta_1 + \beta_2 \Delta \ln BNP / cap_{it} + \beta_3 \Delta \ln BNP / cap_{it}^2 + \Delta \varepsilon_{it}$$

Beroende variabel: $\Delta \ln CO_2 / cap$

Variabel	Koefficient	Standardavvikelse	t-statistika	P-värde
Konstant	0.005612	0.002856	1.964747	0.0495**
$\Delta \ln(BNP/cap)$	0.753986	0.069382	10.86714	0.0000***
$\Delta \ln(BNP/cap^2)$	0.171663	0.674781	0.254398	0.7992
R^2	0.070995			
Justerat R^2	0.070308			
Durbin-Watson	2.187607			
Inkluderade tidsperioder	46			
Inkluderade tvärsnitt	59			
Totalt observationer (Obalanserat)	2709			

*** - Signifikant på 1 % -nivå, ** - Signifikant på 5 % -nivå, * - Signifikant på 10 % -nivå

Som synes verkar problemet med stark autokorrelation inte längre vara något problem i regressionen eftersom DW-statistikan är nära två¹⁴ och därmed visar troligtvis denna modell bättre resultat än regression 1. R^2 -värdet har sjunkit drastiskt och i regression 2 förklaras endast variationen i koldioxidutsläppen till 7% av variationen i BNP per capita och BNP per capita². Att observera är att den kvadrerade variabeln av BNP per capita har bytt tecken och är i denna regression numera positiv, vilket inte är förenligt med teorin för EKC. Dessutom är den sistnämnda variabeln inte längre signifikant.

¹⁴ Se avsnitt 4.4.4 & 4.4.6

Regression 3

För att försöka få en bättre förklarande modell kommer följande regression utföras med ytterligare två kontrollvariabler. Dessa är koldioxidutsläpp per producerad BNP uttryckt i 1000 USD¹⁵ och koldioxidintensitet¹⁶. Liksom regression 2 kommer följande regression att utföras i första differensen. På grund av avsaknaden av data för har stickprovets tidsperiod justerats till 1981-2006. *Whites diagonal estimator* har använts för standardavvikelser och kovarians.

$$\Delta \ln CO_2 / cap_{it} = \beta_1 + \beta_2 \Delta \ln BNP / cap_{it} + \beta_3 \Delta \ln BNP / cap_{it}^2 + \beta_4 \Delta \ln CO_2 INT_{it} + \beta_5 \Delta \ln CO_2 / BNP_{it} + \Delta \varepsilon_{it}$$

Beroende variabel: $\Delta \ln CO_2 / cap$

Variabel	Koefficient	Standardavvikelse	t-statistika	P-värde
Konstant	-0.007062	0.011154	-0.63314	0.5267
$\Delta \ln(BNP/cap)$	0.000300	6.77E-05	4.432303	0.0000***
$\Delta \ln(BNP/cap^2)$	-5.68E-08	4.46E-08	-1.275192	0.2029
$\Delta \ln(CO_2INT)$	1.240663	0.093068	13.33066	0.0000***
$\Delta \ln(CO_2/BNP)$	3.402295	0.883869	3.849321	0.0000***
R^2	0.337201			
Justerat R^2	0.335435			
Durbin-Watson	2.008905			
Inkluderade tidsperioder	26			
Inkluderade tvärsnitt	58			
Totalt observationer (Obalanserat)	1506			

*** - Signifikant på 1 % -nivå, ** - Signifikant på 5 % -nivå, * - Signifikant på 10 % -nivå

I och med de tillagda kontrollvariablerna förklaras nu koldioxidutsläppen per capita modellen till omkring 33 % av variationen i de förklarande variablerna. Förändringen från regression 2 kan förklaras i att de nya variablerna är korrelerade med koldioxidutsläpp, vilket alltså gör att

¹⁵ Metric Tons of Carbon Dioxide per Thousand (2000) U.S. Dollars)

¹⁶ CO2 intensity (kg per kg of oil equivalent energy use)

en ökning i förklaringsgraden var att vänta. Det kan diskuteras huruvida dessa nya variabler i sig är lämpliga för modellen men de motiveras med att det är av intresse att se hur koldioxidintensiteten och koldioxid per producerad BNP påverkar koldioxidutsläpp. Det kan tyckas vara självklart att de förklara modellen bättre då båda dessa variabler är positivt korrelerade med koldioxidutsläpp men resultaten ovan antyder att koldioxidutsläpp snarare beror på dessa och inte inkomsten eftersom de har koefficienter med större värden. Koefficienterna för BNP per capita och BNP per capita² är av ”rätta” tecken för en EKC men är mycket små, dvs. de påverkar lite. Fortfarande är variabeln BNP per capita² inte signifikant. De båda nya variablerna däremot har en positiv inverkan på den beroende variabeln, dvs. ökar koldioxidutsläppen, och är båda signifikanta. Det tycks utgöra en stor del av dagens energiproduktion. Dock kan det vara så att regressionen är felspecificerad då de tillagda variablerna enligt teorin inte ska inkluderas. Det kan leda till att modellen får ett högre R²-värde då dessa variabler ingår eftersom konfidensintervallet för de skattade estimaten tenderar att bli större och resultaten är inte lika precisa (Gujarati & Porter, 2010 s. 226).

Regression 4

I denna regression som kommer att utföras kommer ytterligare en variabel att läggas till i form av ett index på äganderätt och juridisknivå i landet (*LEGAL*). Tanken med den nya tillagda variabeln är att se om den har någon påverkan på utsläppen då äganderätter och juridiska institutioner varit ett problem för tillväxten ibland annat sydamerikanska länder (Rodrik, 2003). På grund av avsaknaden av data för varje stickprovets tidsperiod justerats till 1985-2006. *Whites diagonal estimator* har använts för standardavvikelser och kovarians.

$$\Delta \ln CO_2 / cap_{it} = \beta_1 + \beta_2 \Delta \ln BNP / cap_{it} + \beta_3 \Delta \ln BNP / cap_{it}^2 + \beta_4 \Delta \ln CO_2 INT_{it} + \beta_5 \Delta \ln CO_2 / BNP_{it} + \beta_6 LEGAL + \Delta \varepsilon_{it}$$

Beroende variabel: $\Delta \ln CO_2 / cap$

Variabel	Koefficient	Standardavvikelse	t-statistika	P-värde
Konstant	0.079418	0.059915	1.325500	0.1855
$\Delta \ln(BNP/cap)$	0.000292	0.000114	2.574125	0.0103
$\Delta \ln(BNP/cap^2)$	-3.72E-08	5.18E-08	-0.718268	0.4729
$\Delta \ln(CO_2INT)$	1.266037	0.189316	6.687443	0.0000***
$\Delta \ln(CO_2/BNP)$	5.567192	1.4272169	3.781627	0.0002***
Legal	-0.011108	0.011779	-0.943023	0.3461
R^2	0.290892			
Justerat R^2	0.284693			
Durbin-Watson	1.586367			
Inkluderade tidsperioder	10			
Inkluderade tvärsnitt	58			
Totalt observationer (Obalanserat)	578			

*** - Signifikant på 1 % -nivå, ** - Signifikant på 5 % -nivå, * - Signifikant på 10 % -nivå

På grund av färre observationer av den nya variabeln äganderätt (Legal) har antalet observationer i den här regressionen cirka en fjärdedel så många som i den andra regressionen som genomfördes. Modellen verkar sämre förklara koldioxidutsläppen då R^2 -värden har sjunkit en aning och ligger nu på omkring 29 %. DW-värdet är också, i och med införandet av variabeln i modellen, lägre och därmed sämre. Äganderätter och juridisk nivå tycks ha en negativ inverkan på utsläppen vilket borde kunna förklaras med att i takt med att inkomstnivå

i ett land ökar, ökar oftast även den demokratiska nivån och juridiska instanser. Alltså, länder med högre BNP per capita har även bättre värden på variabeln i fråga och nedåtgående trender i koldioxidutsläpp per capita. Detta då regelverk och beskattningar för utsläpp finns i större utsträckning i framför allt rikare länder, vars effekter verkar vara övervägande enligt resultaten. Variabeln har visserligen en negativ koefficient men är inte signifikant och det kan inte statistiskt säkerställas att variabeln har någon negativ effekt på utsläpp. Variabeln kan ha lett till en felspecifikation av modellen då variabeln i fråga är onödig att inkludera (Gujarati & Porter, 2010 s. 225) eftersom teorin inte säger att den ska vara med. Det kan förklara en del av förändringarna som skett från föregående regression.

Regression 5

Följande regression kommer att göras med första differensen samt en dummyvariabel inkluderad för OECD-länderna för att kunna urskilja effekterna mellan höginkomstländer och låginkomstländer. Detta tillskrivs i regressionen som följande:

OECD-land = 1 (Utsaga sann att vara höginkomstland)

Icke OECD-land = 0 (Utsaga ej sann att vara höginkomstland)

$$\Delta \ln CO_2 / cap_{it} = \beta_1 + \beta_2 \Delta \ln BNP / cap_{it} + \beta_3 \Delta \ln BNP / cap_{it}^2 + \beta_4 OECD + \Delta \varepsilon_{it}$$

Beroende variabel: $\Delta \ln CO_2 / cap$

Variabel	Koefficient	Standardavvikelse	t-statistika	P-värde
Konstant	0.0012661	0.003349	3.780619	0.0002***
$\Delta \ln(BNP/cap)$	0.7733492	0.052699	14.67742	0.0000***
$\Delta \ln(BNP/cap^2)$	-0.004066	0.410392	-0.009908	0.9921
OECD	-0.015517	0.004491	-3.455193	0.0006***
R^2	0.075077			
Justerat R^2	0.074051			
Durbin-Watson	2.198379			
Inkluderade tidsperioder	46			
Inkluderade tvärsnitt	59			
Totalt observationer (Obalanserat)	2709			

*** - Signifikant på 1 % -nivå, ** - Signifikant på 5 % -nivå, * - Signifikant på 10 % -nivå

Resultaten i ovanstående regression, med dummyvariabeln för OECD-länderna inkluderad, skiljer sig åt från den första regressionen utförda i första differensen (regression 2). Den kvadrerade BNP per capita-variabeln har bytt tecken och är numera negativ men fortfarande inte signifikant. Dummyvariabeln är negativ, vilket alltså påvisar att höginkomstländer har en negativ påverkan på utsläppen och är i detta fall signifikant för regressionen till skillnad från vad som funnits vid regressionen utförd i Excel. Det verkar därför som att det faktum att vara

OECD-land minskar koldioxidutsläppen. Det skall dock inte dras för stora växlar av detta då de tidigare regressionerna i den här uppsatsen samt tidigare forskning visat på stora skillnader vad gäller framställda resultat verkar bero till stor del på val av metod. Dessutom, som nämnt i regression 3 & 4 kan det bero på felspecifikation av modellen och att detta därför förklarar de uppkomna skillnaderna.

6 Resultat och Analys

Målet med uppsatsen var att se om det gick att finna bevis för EKC. I följande avsnitt diskuteras resultat och möjliga förklaringar till dessa.

Resultaten som har kommit fram i uppsatsen med hjälp av regressionsmodeller visar på att inga riktiga belägg för att en EKC skulle uppträda, precis som vissa tidigare studier också konkluderat (Jaunky, 2010, Stern 2004). Det finns en del bevis för att tendenser till att en ökad BNP per capita på mycket lång sikt skulle kunna leda till en EKC. Någon generell vändpunkt har inte påträffats i uppsatsen. Det är emellertid mer sannolikt att tro att andra faktorer på så pass lång sikt gör att en EKC skulle uppträda för just koldioxidutsläpp, främst på grund av och striktare regelverk för utsläppet i fråga eller ersättande utsläpp än att en ökad inkomst skulle ligga till grund för detta. Att det går att finna enskilda OECD-länder som uppvisar EKC är inget som kan accepteras som en universell sanning om att utvecklingsländer kommer kunna spå samma framtid. BNP per capita hade i alla de olika regressionsmodellerna en positiv inverkan på utsläppen. Alltså, i takt med att inkomsten ökar, ökar även utsläppen. Den kvadrerade BNP per capita variablerna hade i vissa fall en negativ effekt men den kunde inte statistiskt säkerställas. Precis som i flertalet av de tidigare utförda studierna som gjorts på området verkar tvetydiga resultat vad gäller EKC påträffas i uppsatsen. Då en del av de tidigare studierna på området utesluter redovisandet av de problem som möjligen kan förekomma har den här uppsatsen försökt att göra det i form av tester för enhetsrötter, kausalitetssamband och korrelation mellan de förklarande variablerna.

Uppsatsens resultat, då noggrannare ekonometriska metoder undersöktes, kunde inte finna bevis för en EKC i de observerade länderna. Detta var en del av poängen som uppsatsen ämnade belysa. Hypoteserna besannades inte till fullo då inga bevis för EKC kunde finnas i den empiriska undersökningen, varken för OECD-länder eller icke-OECD-länder. Det kan dock förefalla sig som så att en del OECD-länder redan har nått en så kallad *turning point* (vändpunkt), tillräckligt hög inkomstnivå, innan början för den observerade tidsperioden dvs. innan 1960.

Som en del av svaret på uppsatsens inledande kapitel kan sägas att ekonomisk tillväxt inte verkar leda till förbättrad miljö, åtminstone vad det gäller koldioxidutsläpp utan snarare det motsatta. Att ekonomisk tillväxt och högre inkomst per automatik skulle leda till förbättrad

miljö finner uppsatsen inga bevis för och Sterners kritik verkar vara berättigad. Det är troligen andra faktorer som påverkar till större del att koldioxidutsläppen minskar.

Äganderätter kunde inte påvisas någon statistiskt säkerställd effekt på utsläppen av koldioxid men en naturlig förklaring till detta kan vara att modellen blev felspecificerad i och med införandet av variabeln i fråga. Skattningen visade hur som helst på att variabeln hade en negativ inverkan på utsläppen likt slutsatserna Panayotou (1997) drog baserat på sina resultat att länder med bättre institutioner har benägenhet att minska sina utsläpp. I linje med Rodriks slutsatser angående att frånvarande äganderätter leder till utebliven ekonomisk tillväxt, framför allt i Latinamerika, verkar även till viss del spela roll enligt uppsatsens resultat för hur utsläppen påverkas. Varken inkomstnivå eller nivån av äganderätter verkar ha uppnåtts i utvecklingsländerna.

Eftersom koldioxidintensiteten och koldioxid per producerad BNP var signifikanta i de fall de inkluderades i regressionerna verkar de vara av betydelse för den typ av energi som används i produktionen. Energin som används vid produktionen verkar till stor del komma från energikällor som tillför koldioxidutsläpp. Man bör dock iaktta det faktum att modellen kan vara felspecificerad i detta fall.

Eftersom de totala utsläppen av koldioxid har ökat över tid kombinerat med en kraftigt förväntad befolkningstillväxt och ökad efterfrågan från koldioxidproducerande energikällor i världen, hade möjligtvis de totala utsläppen av koldioxid som beroende variabel än bättre visat på problem med EKC-teorin. Varför detta inte gjorts i den här uppsatsen motiveras med tidigare forskning använt de genomsnittliga värdena av koldioxidutsläpp.

Om teorin för EKC, på ett universell plan, stämmer kommer det troligtvis att ta långt tid innan det empiriskt går att bevisa och frågan är vad för konsekvenser det vid det laget har fått på miljön.

7 Förslag till vidare forskning

Att på så global nivå som möjligt och täckande så många olika typer av utsläpp som möjligt vore eftersträvänsvärt. Den här uppsatsen hade gärna försökt utföra en sådan studie på detta men då bristen på data, tid och utrymme har begränsat uppsatsens omfattning kan det vara av

intressen att i framtiden, då förhoppningsvis mer data finns att tillgå, göra det. Att ändra modellen och ta differenserna på en längre tidsperiod för att kunna se långsiktigare förändringar är också ett förslag att beakta. Ytterligare förslag är att använda sig av en alternativ modell där totala koldioxidutsläpp används som beroendevariabel.

Vidare förslag kan vara att utgå från grundmodellen och lägga till diverse variabler så som mått på regelverk för utsläpp, andel FoU eller BNP satsat i förnybara energikällor skulle kunna ligga till grund för en framtida studie av ämnet. Frågan är dock om inte en sådan studie bara skulle bekräfta att EKC skulle kunna uppträda i OECD-länder och inte i utvecklingsländer då mestadels rika länder har råd att göra sådana satsningar och ”råd” att hämma produktionen kortsiktigt genom striktare regelverk för utsläpp.

Att undersöka länder med relativt striktare regler för utsläpp med *The Porter Induced Innovation Hypothesis* som fundament för en uppsats kan vara av intresse då den säger att länder med strängare regelverk skulle ha fördel då det tvingar producenterna till att vara innovativa och därmed förbättra sin produktion. Få studier på huruvida *The Porter Induced Innovation Hypothesis* gäller universellt har gjorts (Tietenberg & Lewis 2009 s.586).

Att växthusgaser har en effekt på jordens miljö är de flesta forskare överens om, hur stor den är eller kommer att bli råder det större osäkerhet om. Oavsett vilket kan vidare forskning vara viktigt för att bredda fältet inom detta forskningsområde. I övrigt vore det intressant att inkludera GINI-koefficienten (inkomstfördelningen) som en kontrollvariabel och se vad för effekter det ger på resultaten.

Referenslista

Litteratur:

Baltagi, H. B. (2009). *A companion to Econometric Analysis of Panel Data*. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.

Gujarati, N. D., & Porter, C. D. (2010). *Essentials of Econometrics, 4th edition*. New York: McGraw-Hill.

Tietenberg, T., & Lynne, L. (2009). *Environmental & Natural Resorce Economics 8th edition*. Boston: Pearson Education.

Verbeek, M. (2008). *A Guide To Modern Econometrics 3rd edition*. Rotterdam: John Wiley & Sons Ltd.

Westerlund, J. (2005). *Introduktion till Ekonometri*. Lund: Studentlitteratur.

Wooldridge, M. J. (2006). *Introductory Econometrics - A Moderna Approach, 3rd edition*. USA: Thomson South-West.

Artiklar:

Baltagi, H. B. (2009). *A companion to Econometric Analysis of Panel Data*. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.

Bartlett, A. A. (1994). Reflections on Sustainability, Population Growth, and the Environment. *Population & Environment, Vol. 16, No. 1, September* , 5.35.

Coondoo, D., & Dinda, S. (2006). Income and emission: A panel data-based cointegration analysis. *Ecological Economics* 57 , 167– 181.

Dasgupta, S., B., L., H., W., & D., W. (2002). Confronting the environmental Kuznets curve. *Journal of Economic Perspectives* 16 , 147-168.

Shafik, N(1994). Economic Development and Environmental Quality: An Econometric

Analysis. (1994). *Oxford Economic Papers* 46 , 757-773.

Grossman, M. G., & Krueger, B. A. (1994). *Economic Growth and the Environment*. Cambridge, Massachusetts: National Bureau of Economic Research .

Lean, H. H., & Smyth, R. (2009). *CO2 EMISSIONS, ELECTRICITY CONSUMPTION AND OUTPUT IN ASEAN*. Australien: Development Research Unit, Monash University.

Miah, M. D., Masum, F. H., & Koike, M. (2010). *Global observation of EKC hypothesis for CO2, SOx and NOx emission: A policy understanding for climate change mitigation in Bangladesh*. *Energy Policy* , 4643–4651.

Nayaran, P.K., & Nayaran, S. (2009). *Carbon dioxide emissions and economic growth: Panel data evidence from developing countries*. *Energy Policy* 38, 661–666.

Nguyen, D. (-). *The impact of trade liberalization on the environment in some East Asian countries: An empirical study*. University of Rouen, Faculty of Laws, Economics and Management.

Panayotou, T. (1997). *Economic Growth and the Environment*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University and Cyprus International Institute of Management.

Rodrik, D. (2003). *Growth strategies*. Cambridge, Massachusetts: NBER Working Paper Series, Working Paper 10050. National Bureau of Economic Research.

Stern, I. D. (2004). *The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve*. New York: Rensselaer Polytechnic Institute, Working Papers in Economics.

Sterner, T. (2003). *Tillväxt och miljö*. Göteborg: SIDA.

Jaunky, V.S. (2010). *The CO2 emissions-income nexus: Evidence from rich countries*. *Energy Policy* 39, 1228–1240.

Yandle, B., Maya, V., & Bhattarai, M. (2002). *The Environmental Kuznets curve*. PERC research study.

Internet:

Jackson, T. (Publicerad: 2011-04-19). *Prosperity without Growth*. Föreläsning om egenförfattad bok.

Tillgänglig:

http://svtplay.se/v/2328334/vetenskapsnyheter/se_tim_jacksons_forelasning?cb,a1366518,1,f,-1/pb,a1366516,1,f,-1/pl,v,,2328343/sb,k108119,11,f,-1

Rockström, J (Publicerad: 2011-04-19). Föreläsning vid seminariet med Tim Jacksons ang. dennes bok.

Tillgänglig:

http://svtplay.se/v/2328343/vetenskapsnyheter/johan_rockstrom_om_tillvaxtfragorna?cb,a1366518,1,f,-1/pb,a1366516,1,f,-1/pl,v,,2328360/sb,k108119,11,f,-1

Wijkman, A. (Publicerad: 2011-04-19). Föreläsning vid seminariet med Tim Jacksons ang. dennes bok.

Tillgänglig:

http://svtplay.se/v/2328360/vetenskapsnyheter/anders_wijkmans_foredrag_om_tillvaxt?cb,a1366518,1,f,-1/pb,a1366516,1,f,-1/pl,v,,2328343/sb,k108119,11,f,-1

Diagrammen:

<http://maps.grida.no/go/graphic/actual-and-projected-energy-demand>

<http://www.ekonomifakta.se/sv/For-studerande/Klimat/Utslapp-av-vaxthusgaser/>

Data:

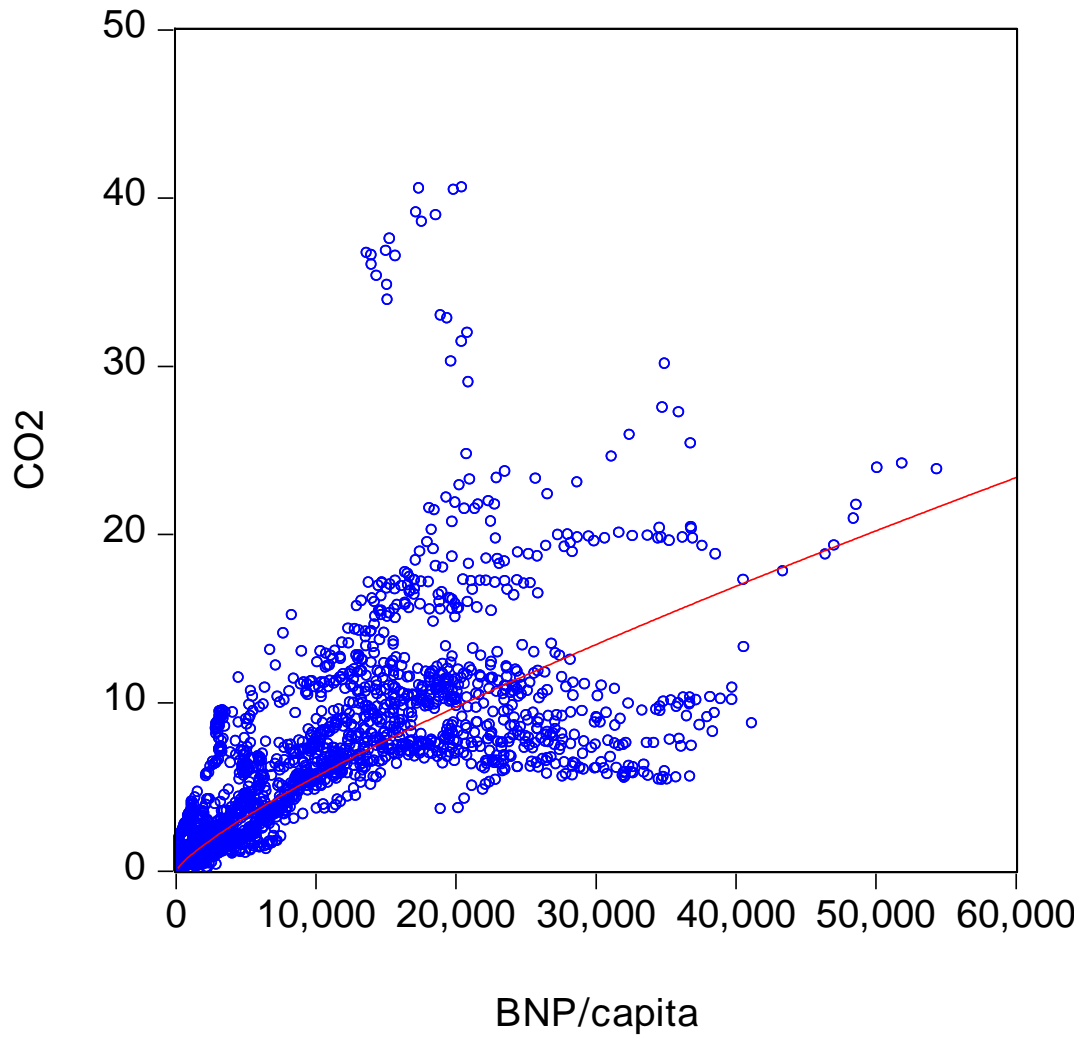
<http://www.eia.gov/emeu/international/carbondioxide.html> (2011-04-15, Koldioxidintensitet & Koldioxid per producerad BNP)

<http://www.gapminder.org/data/> (2011-04-15, Koldioxidutsläpp per capita, BNP per capita)

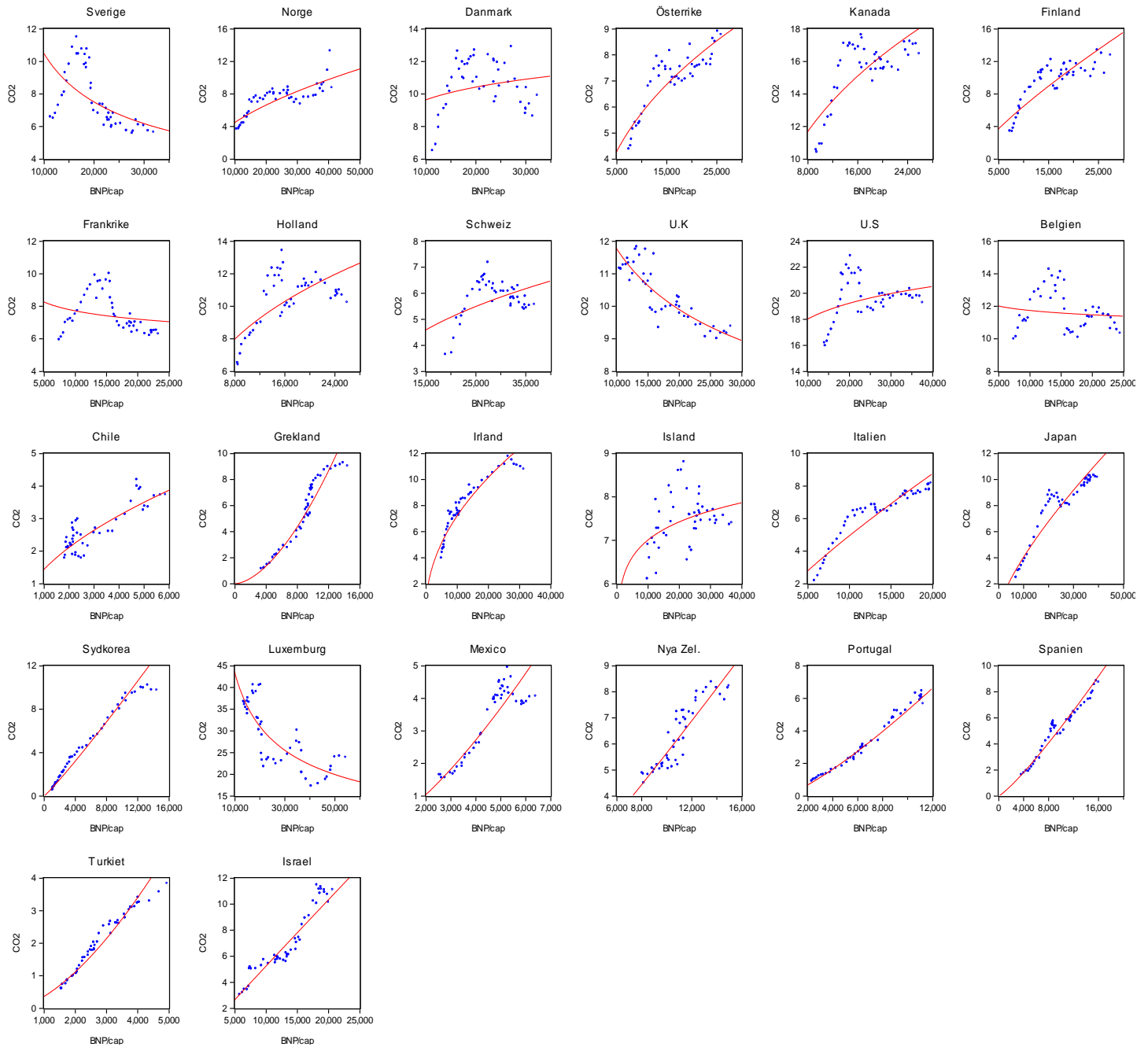
<http://www.freetheworld.com/2010/reports/world/EFWdataset2010.xls> (2011-05-02. Äganderätter)

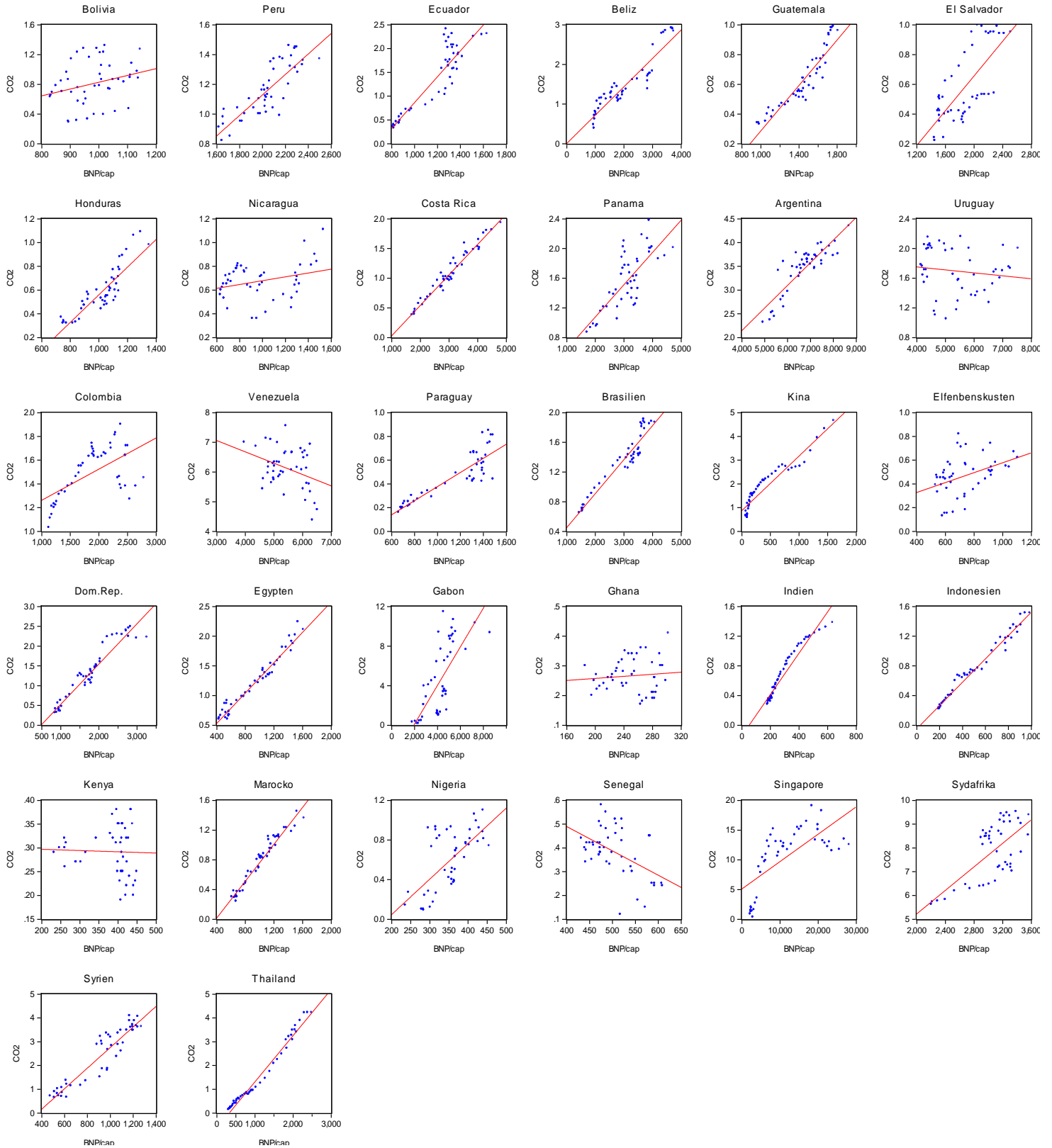
Appendix

Regressionslinje för alla länder (OECD- & icke-OECD-länder):



Regressionslinjer för individuella länder:





Korrelation BNP/cap & BNP/cap²

	BNP/cap	BNP/cap ²
BNP/cap	1,0000	0,931952
BNP/cap ²	0,931952	1,0000

Test för enhetsrötter I paneldata i nivå (Nollhypotes: Enhetsrot antas)

Levin, Lind & Chu tester för gemensam enhetsrot.

Övriga tester som presenteras testas för individuella enhetsrötter.

Metod (CO ₂)	Statistika	P-värde	Tvärsnitt	Observationer
Levin, Lin & Chu t*	-0.01496	0.4940	59	2655
Im, Pesaran & Shin W-stat	1.07265	0.8583	59	2655
ADF-Fisher χ^2	132.222	0.1752	59	2655
PP-Fisher χ^2	142.346	0.0630	59	2714

Metod (BNP/cap)	Statistika	P-värde	Tvärsnitt	Observationer
Levin, Lin & Chu t*	6.26764	1.0000	59	2650
Im, Pesaran & Shin W-stat	12.3411	1.0000	59	2650
ADF-Fisher χ^2	42.4349	1.0000	59	2650
PP-Fisher χ^2	34.1241	1.0000	59	2709

Test för enhetsrötter I paneldata i första differensen (Nollhypotes: Enhetsrot antas)

Metod (CO ₂)	Statistika	P-värde	Tvårsnitt	Observationer
Levin, Lin & Chu t*	-24.1428	0.0000	59	2696
Im, Pesaran & Shin W-stat	-28.8590	0.0000	59	2696
ADF-Fisher χ^2	990.093	0.0000	59	2696
PP-Fisher χ^2	1754.59	0.0000	59	2655

Metod (BNP/cap)	Statistika	P-värde	Tvårsnitt	Observationer
Levin, Lin & Chu t*	-13.8923	0.0000	59	2591
Im, Pesaran & Shin W-stat	-19.6796	0.0000	59	2591
ADF-Fisher χ^2	651.579	0.0000	59	2650
PP-Fisher χ^2	926.041	0.0000	59	2650

Granger kausalitetstest

Nollhypotes	Obs.	F-stat	P-värde
BNP/cap does not Granger Cause CO ₂	2650	27.6207	1.E-12
CO ₂ does not Granger Cause BNP/cap		3.16215	0.0425

Nollhypotesen om att kausalitet *inte* råder förkastas i båda fallen vid 2 laggar.

OECD-länder	Icke OECD-länder
Belgien	Argentina
Chile	Beliz
Danmark	Bolivia
Finland	Brasilien
Frankrike	Colombia
Grekland	Costa Rica
Holland	Dominikanska Republiken
Irland	Ecuador
Island	Egypten
Israel	El Salvador
Italien	Elfenbenskusten
Japan	Gabon
Kanada	Ghana
Luxemburg	Guatemala
Mexiko	Honduras
Norge	Indien
Nya Zeeland	Indonesien
Portugal	Kenya
Schweiz	Kina
Spanien	Marocko
Storbritannien	Nicaragua
Sverige	Nigeria
Sydkorea	Panama
Turkiet	Paraguay
USA	Peru
Österrike	Senegal
	Singapore
	Sydafrika
	Syrien
	Thailand
	Uruguay
	Venezuela