



Universitetet
i Stavanger

Masteroppgave ved
Universitetet i Stavanger

Estimering av miljø-Kuznets-kurver for provinser i Kina.



*Shanghai, 2011
Foto: Guro Skår*

Guro Skår

Masterstudier i Økonomi og Administrasjon

Våren 2015



Universitetet
i Stavanger

**DET SAMFUNNSVITENSKAPELIGE FAKULTET,
HANDELSHØGSKOLEN VED UIS
MASTEROPPGAVE**

STUDIEPROGRAM:

Master i Økonomi og Administrasjon

OPPGAVEN ER SKREVET INNEN FØLGENDE
SPESIALISERINGSRETNING:

Økonomisk Analyse

ER OPPGAVEN KONFIDENSIELL? **Nei**

(NB! Bruk rødt skjema ved konfidensiell oppgave)

TITTEL:

Estimering av miljø-Kuznets-kurver for provinser i Kina.

ENGELSK TITTEL:

Estimation of Environmental Kuznets-curves for provinces in China.

FORFATTER(E)

Studentnummer:

211797

.....

.....

Navn:

Guro Skår

.....

.....

VEILEDER:

Åshild Auglænd Johnsen

OPPGAVEN ER MOTTATT I TO – 2 – INNBUNDNE EKSEMPLARER

Stavanger,/..... 2015

Underskrift administrasjon:.....

Sammendrag

Kina har opplevd en enorm økonomisk vekst siden 1970-tallet, noe som ofte blir referert til som et økonomisk mirakel. Det er også den store økonomiske veksten som har ledet landet inn i dagens miljøkrise. Stadig høyere miljøutslipp fører blant annet til høy forurensing i luften, innsjøer og elver. Formålet med denne oppgaven er å se på sammenhengen mellom økonomisk utvikling og forurensing for provinser i Kina. I denne oppgaven har jeg estimert eksistensen av miljø-Kuznets-kurver for provinser i Kina i årene 1997-2010. Miljø-Kuznets-kurver kan beskrives om forholdet som oppstår om inntekt og forurensing per innbygger først har en positiv sammenheng, og etter et vendepunkt, en negativ sammenheng. Dette vil ta fasong som en invertert U-kurve, og er en omdiskutert teori i litteraturen om miljøøkonomi. Litteraturen innenfor fagområdet diskuterer om en slik sammenheng mellom økonomisk utvikling og forurensing betyr at et bedre miljø vil oppstå av seg selv ved økonomisk utvikling, eventuelt om noe av prosessen vil skje automatisk. Det er imidlertid ofte påpekt at eksistensen av miljø-Kuznets-kurver er et resultat av at befolkningen stadig blir mer miljøbevisste etter hvert som mat og overlevelse ikke lenger er en bekymring. Dette vil derfor påvirke befolkningens prioriteringer, og et resultat vil være at mennesker blant annet vil redusere sine forurensingsutslipp. Jeg har hentet inn data for forurensingsutslipp fra provinser i Kina for miljøindikatorerne svoveldioksid, sot, støv, fast avfall og vannavfall. Ved å bruke paneldata, estimerte jeg i denne oppgaven at forholdet mellom økonomisk utvikling og forurensing kan beskrives av kurver med fasong som en invertert-N for provinser i Kina. En invertert N-formet kurve vil oppstå når forholdet mellom økonomisk vekst og forurensing først har en negativ sammenheng. Etter et vendepunkt vil denne sammenhengen bli positiv. Kurven vil så nå et andre vendepunkt, hvor sammenhengen på ny blir negativ, og man forventer at videre økonomisk aktivitet fører til en reduksjon av miljøutslipp ved et høyt inntektsnivå. Jeg diskuterer også de miljømessige utfordringene og politiske implikasjonene Kina har møtt gjennom den høye veksten de siste 30 årene. Videre presenterer jeg teori og litteratur innenfor fagområdet.

Forord

Denne oppgaven markere slutten på min studietid, og masterstudiet Økonomi og Administrasjon på Handelshøgskolen ved Universitetet i Stavanger. Jeg har hatt en flott tid ved Universitetet i Stavanger, og fått inspirasjon til å ta økonomifaget ut i arbeidslivet. Å skrive masteroppgaven har gitt meg stor lærdom, både innen å jobbe med store datasett og gjøre estimeringer, men også om å jobbe med et selvstendig prosjekt over lengre tid. Det har vært en fin og spennende periode, som også til tider har vært krevende.

Jeg valgte å skrive min oppgave innen faget "Miljøøkonomi" da dette faget fanget min interesse høsten 2014. Kina har i lang tid vært et land jeg har funnet veldig interessant, blant annet med deres språk og kultur som er annerledes enn vår. Jeg skrev min Bacheloroppgave med Kina som hovedområde, men da rettet om kinesiske handelsfortrinn. Jeg ønsket å bygge videre på Kina, og ville kaste lys på det store miljøproblemet Kina står overfor i dag.

Jeg ønsker å takke min veileder Åshild Auglænd Johnsen for god og kontinuerlig veiledning gjennom hele prosessen. I tillegg til god hjelp og tålmodighet ved bruk av Stata og økonomiske utfordringer jeg kom over i arbeidet med oppgaven. Jeg ønsker også å takke min samboer Sebastian Roxman som har stått på min side gjennom alle 5 årene ved Universitetet. Han har vært en stor støtte og i tillegg ytet stor hjelp med å lese korrektur på oppgaven. Jeg vil også takke min mor og storesøster for god hjelp med å lese korrektur. Til slutt vil jeg takke mine studievenninner ved Universitet i Stavanger som har bidratt med motivasjon og glede gjennom hele studietiden.

Stavanger, 12.juni 2015

Guro Skår

Innholdsfortegnelse

1 Innledning	1
2 Bakgrunn: Kinas miljøproblemer	5
2.1 Økonomisk vekst og politikk	5
2.1.1 Miljøvern og lovgivning i Kina.....	6
2.2 Kinas store miljøkrise.....	7
2.3 Utvikling og miljøproblemer i et regional perspektiv	8
3 Teori og litteraturgjennomgang	10
3.1 Kuznets-kurven	10
3.2 Miljø-Kuznets-kurver.....	11
3.3 En mikroøkonomisk tilnærming til hypotesen om miljø-Kuznets-kurver	12
3.4 Pollution Haven Hypothesis.....	13
3.5 Litteraturgjennomgang	14
3.5.1 Grunnleggende empirisk litteratur	14
3.6.2 Empirisk litteratur om Kina.....	17
4 Metode	19
4.1 Modell på redusert form.....	19
4.1.1 Former kurven kan ta	21
4.2 Valg av metode og utførelse av analysen.....	21
4.2.1 Hypotese.....	22
4.3 Data	22
4.3.1 Miljøindikatorer	24
4.3.2 Kontrollvariabler	24
4.5 FE-modell og RE-modell	26
4.6 Seriekorrelasjon.....	27
5 Empiriske resultater og diskusjon	28
5.1 Empiriske resultater fra analysen	28
5.1.1 Kontrollvariabler	33
5.1.2 Modell på kvadratisk eller kubisk form	36
5.1.2 Estimering av miljø-Kuznets-kurvens vendepunkt.....	39
5.1.3 Grafisk fremstilling av miljø-Kuznets-kurver på provinsnivå	45
5.1.4 Ulikheter på provinsnivå	49

5.1.5 Svakheter ved estimering av modellen.....	50
5.2 Sammenlikning av resultat fra andre studier med Kina som hovedområde.....	51
5.3 Kritikk til miljø-Kuznets-kurven.....	55
5.3.1 Teoretiske svakheter ved miljø-Kuznets-kurver	56
5.3.2 Empiriske utfordringer for estimering av miljø-Kuznets-kurver	58
5.4 Diskusjon av de empiriske resultatene	60
6 Konklusjon.....	63
7 Litteratur.....	65
8 Vedlegg	69
Vedlegg 1: Forklaring av variabler i modellen	69
Vedlegg 2: Konsumprisindeks	70
Vedlegg 3: Utslipp av svoveldioksid i Kina, 1997-2010	71
Vedlegg 4: Gjennomsnittlig BNP og gjennomsnittlig BRP for provinser for 1997-2010 ...	72
Vedlegg 5: Befolkningstetthet i provinser i Kina, 1997-2010	73
Vedlegg 6 Testresultater fra Modified Wald test for å teste for heteroskedastisitet og Wooldrige test for å teste for seriekorrelasjon	74
Vedlegg 7 Grafisk fremstilling av forholdet mellom utslipp av miljøindikator <u>sot</u> per innbygger (kg) og BRP per innbygger (faktisk Yuan 1997-priser) på provinsnivå.....	75
Vedlegg 8 Grafisk fremstilling av forholdet mellom utslipp av miljøindikator <u>støv</u> per innbygger (kg) og BRP per innbygger (faktisk Yuan 1997-priser) på provinsnivå.....	79
Vedlegg 9 Grafisk fremstilling av forholdet mellom utslipp av miljøindikator <u>fast avfall</u> per innbygger (kg) og BRP per innbygger (faktisk Yuan 1997-priser) på provinsnivå.....	83
Vedlegg 10 Grafisk fremstilling av forholdet mellom utslipp miljøindikator <u>vannavfall</u> per innbygger (kg) og BRP per innbygger (faktisk Yuan 1997-priser) på provinsnivå.....	87
Vedlegg 11 Resultater fra estimering av miljøindikatorer i årene 1997-2006.....	91
Vedlegg 12 Korrelasjon av forklaringsvariabler.....	92

Figurer

Figur 3.1 Kuznets kurven	10
Figur 3.2 Bærekraftig utvikling... ..	11
Figur 3.3 Miljø-Kuznets-kurvens ulike trinn gjennom økonomisk utvikling.....	12
Figur 4.1 Kurvens ulike fasonger	21
Figur 5.1 Provinser som har nådd det kalkerte maksimumspunktet for miljøindikatoren svoveldioksid.....	43
Figur 5.2 Provinser som har nådd det kalkulerte maksimumspunktet for miljøindikatoren fast avfall.....	43
Figur 5.3 Provinser som har nådd det kalkulerte maksimumspunktet for miljøindikatoren vannavfall.....	44
Figur 5.4 Grafisk fremstilling av forholdet mellom utslipp av miljøindikator svoveldioksid og BRP per innbygger for de 31 ulike provinsene i Kina.....	45
Figur 5.5 Økonomisk vekst på provinsnivå (1997-2010). Grønn: høy økonomisk aktivitet, blå: medium økonomisk aktivitet og gul: lav økonomisk aktivitet.....	50
Figur 5.6 Normal inntektsfordeling.....	56
Figur 5.7 Skjev inntektsfordeling.....	56

Tabeller

Tabell 4.1 Forhold og resultat fra den økonometriske analysen.....	20
Tabell 4.2 Statistisk beskrivelse av variabler.....	23
Tabell 4.3 Kontrollvariabler i litteraturen.....	25
Tabell 5.1 Resultater fra Hausman-testene.....	29
Tabell 5.2 Resultater fra estimering av 5 miljøindikatorer ved bruk av RE-modell.....	31
Tabell 5.3 Resultater fra estimering av 5 miljøindikatorer ved bruk av FE-modell.....	32
Tabell 5.4 Estimert fasong på kurven for de ulike miljøindikatorerne.....	33
Tabell 5.5 Resultater fra estimering av miljøindikator med kontrollvariabler, RE-modell.....	34
Tabell 5.6 Resultater fra estimering av miljøindikator med kontrollvariabler, FE-modell.....	34
Tabell 5.7 Estimering av miljø-Kuznets-kurver ved å ekskludere kubisk variabel, RE.....	37
Tabell 5.8 Estimering av miljø-Kuznets-kurver ved å ekskludere kubisk variabel, FE.....	38
Tabell 5.9 Kalkulerte vendepunkt.....	40
Tabell 5.10 Oppsummering av empiriske resultater fra andre studier om Kina.....	54

1 Innledning

” Furthermore there is clear evidence that, although economic growth usually leads to environmental degradation in the early stages of the process, in the end the best – and probably the only – way to attain a decent environment in most countries is to become rich!”

(Beckerman, 1992, s. 482)

Kina har siden 1970-tallet hatt en utrolig økonomisk vekst. Veksten har vært på omkring 8-10% av Brutto Nasjonal Produkt (BNP) hvert år siden 1978 og frem til i dag. Dette har forårsaket at millioner av mennesker har blitt reddet fra fattigdom. Kinas raske utvikling blir ofte sett på som et økonomisk mirakel, men har ført landet inn i en miljøkatastrofe (Economy, 2007). Den økonomiske veksten har fått store konsekvenser, og har i dag resultert i en ekstrem forurensing. Høy barnedødelighet og kreft blant innbyggerne er noen av virkningene i verdens mest befolkede land. Lungekreft er i dag den vanligste dødsårsaken blant kinesere, forårsaket av miljøutslipp fra befolkning (Gallagher et al, 2013). Kineserne står i dag overfor historiens største miljøkrise.

Zhou Shengxi, Kinas minister for miljøvern, uttalte seg i 2011 om Kinas miljøproblemer: ”In China’s thousands of years of civilisation, the conflict between humankind and nature has never been as serious as it is today” (Jacobs, 2011). Prisen for kinesernes forurensing vil være et land og landbruk som ikke lenger vil være bærekraftig for over en milliard kinesere i fremtiden. Landets elver, jordbruk og luft vil ikke klare å gi kineserne de avlinger som er nødvendig for å gi mat og drikke til innbyggerne. I dag er forurensingen i elver så stor at 75 % av landets elver i urbane områder verken kan bli brukt til drikke eller fiske (Economy, 2007). Verdensbanken estimerte i 2007 at det kun er 1 % av 560 millioner kinesere som er bosatt i urbane områder som puster inn luft som European Union anser som sikker (Smyth, Mishram & Qian, 2008). Kina står for 70 prosent av verdens kullforbruk, noe som fører til store utslipp av svoveldioksid og som sakte kveler innbyggere i byene (Economy, 2007).

I denne oppgaven ser jeg på sammenhengen mellom økonomisk utvikling og forurensing i Kina. Jeg estimerer miljø-Kuznets-kurver basert på data om inntekt og fem ulike typer forurensing for kinesiske provinser i perioden 1997 til 2010. Jeg ønsker i denne oppgaven å finne svar på følgende: kan sammenhengen mellom forurensing og økonomisk utvikling beskrives av miljø-Kuznets-kurver?

Økonomisk vekst og miljøødeleggelser er et viktig tema som krever stor oppmerksomhet. Nettopp fordi om det ikke skjer forbedringer i Kina kan det få fatale følger. Ikke bare for kinesere, men for hele verden. Kina er en stor nasjon, og en viktig handelspartner for mange. Kina slipper ut mye klimagasser som også har negativ påvirkning på andre land. Miljøutslipp fra Kina bidrar til global oppvarming, men er også årsak til at flere naboland opplever sur nedbør og forurensede elver. Ved å analysere forholdet mellom økonomisk utvikling og forurensing kan det være mulig å forstå om noe av utviklingen som kan skje i fremtiden. Hvor langt har Kina kommet i dag med å redusere utslipp? Er det mulig at et renere miljø vil oppstå av seg selv, med videre økonomisk vekst som hjelpemiddel?

I 1955 utviklet Simon Kuznets en hypotese om en invertert U-kurve mellom økonomisk utvikling og ulikheter i inntekt. Denne hypotesen ble kalla Kuznets-kurven. Videre har teorien om en slik kurve blitt tatt i bruk i miljøfaget. I 1991 fant Grossman og Krueger at sammenhengen mellom økonomisk utvikling og forurensing tar form som en invertert U-kurve. De fant at inntekt og forurensing har en positiv sammenheng til et vist punkt, og etter dette punktet blir sammenhengen negativ. Etter arbeidet til Grossman og Krueger følget verket til Shafik og Bandyopadhyay i 1992, som var et tilskudd til World Development Report samme år. Panayotou gjorde i 1993 også en empirisk analyse for å kartlegge forholdet mellom økonomisk vekst og forurensing. Litteraturen på dette tidspunktet indikerer et forhold mellom økonomisk vekst og forurensing med fasong som en invertert U-kurve. Studiene viste at det forelå en mulig sammenheng for at noen forurensingsutslipp stiger med lav inntekt, før de når et vendepunkt, og deretter avtar med økende inntekt.

De siste tiår har det vært stor debatt mellom økonomer og forskere om eksistensen av miljø-Kuznets-kurver. Dette har til gjengjeld ført til en stor og varierende litteratur på området. Kan økonomisk utvikling og eksistensen av miljø-Kuznets-kurver i Kina være løsningen på miljøkrisen i landet? En slik sammenheng betyr ikke nødvendigvis at miljøproblemer vil løse seg av seg selv. En miljøforbedring er ikke et bestemt utfall av økonomisk vekst. Det man ser er at eksistensen av en invertert U-kurve kan skyldes at holdninger i landet har endret seg. Menneskene i landet endrer sine prioriteringer, samtidig som miljøaktivister og engasjerte politikere vil jobbe for et renere miljø. Prioriteringene går i fra å sikre mat på bordet og rent vann i glasset, til å bevare en bærekraftig utvikling for sine etterkommere. Denne utviklingen blir ikke hensyntatt i hypotesen om miljø-Kuznets-kurver, og det kan mulig fremstå som at et bedre miljø er en automatisk prosess ved økonomisk vekst. Litteraturen på området er bred og

omfattende, og de fleste studier gjør empiriske analyser på tvers av landegrenser for å kartlegge eksistensen av miljø-Kuznets-kurver. Ulike land og områder i verden blir satt under lumpen av forskere fra hele verden for å kartlegge forholdet mellom forurensing og økonomisk aktivitet.

Med bakgrunn i paneldata fra 31 provinser i Kina fra årene 1997 til 2010 har jeg i denne oppgaven testet eksistensen av miljø-Kuznets-kurver i Kina. Jeg har undersøkt sammenhengen mellom inntekt per innbygger og utslipp av fem ulike miljøindikatorer per innbygger (svoveldioksid, sot, støv, utslipp i vann og fast avfall) for provinser i Kina. Dette er blitt gjort ved å utføre regresjonsanalyser med bakgrunn i paneldata. Mer spesifikt undersøkte jeg om denne sammenhengen gir støtte til hypotesen om miljø-Kuznets-kurver. Analysen har også inkludert tre ulike kontrollvariabler: befolkningstetthet, sysselsetting og Brutto Regional Produkt (BRP) som kommer av sekundærnæringen. De geografiske forskjellene mellom provinsene er også tema for oppgaven.

Ved å estimere forholdet mellom økonomisk utvikling og forurensing i Kina, finner jeg at det finnes en invertert N-formet kurve for miljøindikatorene svoveldioksid, sot, støv, fast avfall og vannavfall. Resultatene er signifikante på 1 % nivå for alle miljøindikatorer med unntak av fast avfall, som er signifikant på 10 % nivå. Jeg finner at vendepunktene for svoveldioksid, sot, støv, fast avfall og vannavfall er henholdsvis 4277,12 Yuan og 18 267,89 Yuan, 0 Yuan og 34,23 Yuan 0 Yuan og 36,16 Yuan, 2860,10 Yuan og 48 033,99 Yuan, 5 593,23 Yuan og 26 819,11 Yuan, alle tall i 1997 priser. Yuan er den kinesiske valuta, og er brukt kontinuerlig i denne oppgaven som verdien av inntekt.

Det er tidligere gjennomført flere ulike empiriske studier for Kina, som gir ulike resultater. Shen og Hashimoto (2004) fant en invertert U-kurve for vann og svoveldioksid i Kina, og en N-formet kurve for støv og industrielt avfall. En N-kurve vil oppstå når miljøindikatoren følger samme sti som ved en invertert U-kurve. Forskjellen er at den vil nå et nytt vendepunkt og forurensing vil på ny stige sammen med en videre inntektsøkning. Videre fant Shen i 2006 at det kun er forurensingsutslipp i vann som har en invertert U-kurve. Song, Zheng & Tong (2008) viste en invertert U-kurve for både fast avfall, vannavfall og gassutslipp. Jayanthakumaran & Liu (2011) estimerte en invertert U-kurve for svoveldioksid og COD (Chemical Oxygen Demand). Studiene vil fremgå i mer detaljer i kapittel 3 og 5.

Ulikheter i datasett, årstall og metoder, samt bruk av ulike miljøindikatorer, gjør at forskere ikke kan gi et klart svar på spørsmålet om det finnes miljø-Kuznets-kurver for økonomisk vekst og forurensing for Kina. Som miljøindikator blir både kjemiske utslipp i vann, utslipp i luften, og forurensing i form av fast avfall inkludert i de forskjellige estimeringene.

Det er knyttet økonometriske svakheter ved estimering av miljø-Kuznets-kurver, og både heteroskedastiske restledd, simultanietsbias og variabler som er utelatt fra analysen kan skape problemer med estimeringen. I tillegg er det rettet stor kritikk til det teoretiske grunnlaget til hypotesen. Dette vil bli grundigere gjennomgått i delkapittel 5.3. Denne masteroppgaven vil være et tilskudd til den allerede eksisterende litteraturen om miljø-Kuznets-kurver, og vil bidra til den nåværende litteraturen med nyere data fra Kina enn hva som tidligere er blitt brukt i liknende studier. Oppgaven vil også bidra med en gjennomgang av ulikhetene mellom de ulike provinsene i Kina. Det vil også bli diskutert den politiske utviklingen i landet, i tillegg til utfordringer og mulige forbedringer for kinesisk miljøpolitikk.

Jeg vil starte resten av oppgaven med å diskutere Kinas miljøproblemer og miljøpolitikk, etterfulgt av en gjennomgang av eksisterende teori og litteratur av tidligere studier innenfor fagområdet. Deretter presenteres metode og data for utførelse av den empiriske analysen, før jeg går gjennom de ulike estimeringene og resultatene. Jeg vil gjennomgå og sammenlikne resultater fra eksisterende litteratur, samt kritikk og svake punkter ved hypotesen. Til slutt blir resultatene diskutert, etterfulgt av en konklusjon for oppgaven. Alle grafer og figurer som presenteres har jeg tegnet ved hjelp av programvarene OmiGraphSketcher, Stata 11 og Photoshop. De økonometriske analysene er utført i programmet Stata 11.

2 Bakgrunn: Kinas miljøproblemer

”There is only one pollution... people”

(Lovelock, 1979, s.114)

I dette kapittelet vil jeg presentere noen av de miljømessige og politiske problemområdene i Kina, samt begrunne for hvordan landet har havnet i krisen de i dag befinner seg i. Jeg vil presentere politiske tiltak, og samtidig gi et bilde av hvordan ulikheter i utvikling på tvers av provinser har oppstått i Kina.

2.1 Økonomisk vekst og politikk

Den kinesiske storhetstiden startet etter Maos død i 1976. Mao var landets leder i 27 år. Etter dette kom nye ledere til makten, og landet som tidligere var lukket for økonomisk aktivitet på tvers av landegrensene ble nå åpent for første gang. Mye av den økonomiske aktiviteten ble privatisert, og Kinas økonomiske vekst tok fort fart. Gjennom ulike reformendringer og en åpning av landet i 1978 har fattigdom blant befolkningen i Kina gått drastisk ned. I 1990 levde 60,2 % av landets befolkning for under 1 dollar om dagen. I 2009 var samme tall redusert til 11,9 % (Globalis.no). Etter reformendringene har den årlige økonomiske veksten i Kina holdt en gjennomsnittlige vekstrate på over 8 %. Kineserne har flyttet til byene, kjøpt seg biler og fått seg jobber. Selv om den økonomiske veksten i Kina er beundringsverdig, har den også vært kilde til flere problemer. Det største problemet fra den økonomiske veksten er den enorme miljøforringelsen som har oppstått i landet. Likevel kan man takke den økonomiske veksten for at kineserne kan sette mat på bordet, samt årsak til at flere mennesker er reddet fra fattigdom, sykdom og død.

Etter hvert som landet vokste, ignorerte politikerne miljøspørsmålene som burde blitt stilt. Politikerne og organisasjoner prioriterte den økende økonomiske veksten med miljøet som betaler. E. C. Economy (2010) forteller hvordan Kinas ledere var klar over at de byttet inn et friskt og rent miljø til fordel for høyere økonomisk vekst. Mottoet blant landets ledere på 80- og 90-tallet var; ”First development, then environment”. Dette kan vi se klare konsekvenser av i dag, blant annet i form av høy barnedødelighet og kreft.

I de siste årene har Kina iverksatt tiltak mot miljøforverringene. Formelle institusjoner, lovforslag og programmer er satt i gang for å bedre situasjonen (Economy, 2010). På lik linje

med den økonomiske veksten, har Kinas ledere gitt ansvaret til implementering av de nye retningslinjene, institusjonene og håndhevelser av lover til de lokale styresmakter i provinsene. Provinsene har ikke klart å oppfølge kravene, og har i lang tid prioritert fortsatt økonomisk vekst. De lokale styresmaktene ser heller ikke nødvendigheten av regelverket. Dette har derfor ført til at den miljømessige forbedringen Kinas øverste ledere ønsket, ikke har tredd i kraft. Spørsmålet om hvorfor Kina ikke klarer å utvikle seg på samme måte som USA, Europa og Japan er stilt mange ganger. Landets øverste ledere ønsker seg en blomstrende økonomi med håndterbare miljøproblemer. De er likevel ikke villige til å betale prisen for en slik utvikling. Selv om landets ledere forteller lokale politikere at en utvikling i både økonomi og miljø må gå hånd i hånd, er dette områder som i stor grad blir neglisjert i lokalpolitikken i Kina (Economy, 2007).

2.1.1 Miljøvern og lovgivning i Kina

Kina har hatt lover om miljøvern i landet siden 1978. Li og Liu (2009) gir en grundig beskrivelse av lovenes utvikling, spesielt om forurensing i elver og innsjøer i Kina. I 1978 kom den første loven innenfor miljøvern, utviklet av National Peoples Congress (NPC), som er landets ledende bestemmende organ. Mellom 1978 og 1984 ble bare noen få lover vedtatt, før Water Pollution Control Law (WPPCL) kom i 1984. Dette var landets første miljøvernlov som omfattet forurensingsutslipp fra industriell produksjon. Etter 1992 fikk landet flere nye lover, og det ble vedtatt omtrent en lov hvert år. WPPCL har også blitt forbedret og oppdatert flere ganger. Første gang i 1996, og andre gang i 2008. Endringen i 2008 var den største og mest drastiske av de to. Det ble blant annet vedtatt strengere ansvar for de lokale styresmaktene på provinsnivå. I tidligere år har statsansatte blitt evaluert for hvor mye de kan bidra til å øke BNP. Det ble nå lagt mer fokus på at statsansatte også har ansvar for forurensing i de ulike provinsene. Dette var et grep som var nødvendig, da statsansatte har tidligere ignorert lover og forskrifter som har kommet fra regjeringen. I tillegg er det åpnet for offentlig deltakelse i å senke miljøutslipp, og det er implementert strengere bøter og straffer (Li & Liu, 2009).

Ytterligere til endringer og vedtekter som tidligere har blitt vedtatt i Kina, ble det 1. Januar 2015 tredd i kraft den største lovendringen på 25 år. Effekten av denne lovgivningen vil imidlertid ikke kunne ha innvirkning på mitt datasett, som begrenser seg til år 2010. Det er likevel en interessant utvikling å trekke frem i denne sammenheng. Det er miljøvernloven *Environmental Protection Law*, fra 1989 som denne gangen blir oppdatert. Myndighetene uttaler at den nye loven nå vil sette miljøvern som første prioritet i landet (Bloomberg

Business, 2014). I den nye lovgivningen er det blant annet fjernet begrensingen på bøter som er lov å gi til forurensere. Tidligere har et vært billigere for bedrifter å betale bot, enn å investere i utstyr til å redusere miljøutslipp. Det ønsker nå myndighetene å snu på. I tillegg kan myndighetene nå gi ut bøter til forurensende for hver dag de bryter utslippskvotene. Forurensere kan stå i fare for å bli offentlig navngitt, og i tillegg måtte sone fengselsstraff. Straffen er ikke lenger enn maksimum 15 dager, men kan likevel være et sterkt virkemiddel i kampen mot forurensing. I de siste år ser man også at grad av innsyn når det gjelder landets miljøutslipp er blitt mye større. Media har i større grad lov å referere til miljøproblemene i landet, i tillegg blir tall for miljøutslipp offentliggjort for de største byene (Tiezzi, 2014).

2.2 Kinas store miljøkrise

Vi hører gjennom media at Kina har store miljøproblemer, likevel er det ikke alltid like lett å tatt ta inn over oss situasjonens alvor. Pan Yue, Kinas viseminister for miljø, gav en uttalelse til Der Spiegel i 2005 (Gallagher et al., 2013, s. 3);

Because air and water are polluted, we are losing between 8 and 15 percent of our gross domestic product. And that doesn't include the cost of health. Then there's the human suffering: In Beijing alone 70 to 80 percent of all deadly cancer cases are related to the environment. Lung cancer has emerged as the number one cause of death.

Verdens helseorganisasjon (WHO) anbefaler at mengder partikler i luften ikke skal overskride 2,5 Particulate Matter (PM). PM er en blanding av veldig små partikler og væskedråper i luften. Xu (2014) forteller at flere steder i Kina er partikkelstøv i luften 40 ganger større enn anbefalt dose. I tillegg til dette, inkluderer Xu i sin artikkel at Asia Development Bank rapportere at det er 1 % av landets 500 største byer som når Verdens helseorganisasjons standard for luftkvalitet. Tidlig 2014 kunne byen Harbin i Heilongjiang-provinsen rapportere at de kun hadde en sikt på 50 meter grunnet partikkelstøv i luften. Kull er Kinas mest brukte energikilde, og står for 70 % av energiforbruket. Kineserne er selv ansvarlige for 50 % av verdens forbruk av kull, som har ført til at kull er årsak til 90 % av landets utslipp av svoveldioksid (Xu, 2014). I 2007 gikk Kina forbi USA som verdens største forurensere av drivhusgasser. Elizabeth C. Economy (2010) forteller i sin bok *"The River Runs Black"* hvordan 150 millioner mennesker langs elven Huai blir påvirket av den konstante forurensingen i elven. De siste tiår har titusenvis av fabrikker, store og små, lokalisert seg

langs elvebredden. Hundretusener av kinesere har fått jobber på fabrikker som produserer blant annet papirmasser og kjemiske stoffer. Disse fabrikkene slipper sitt avfall i elven, som fører til at flere millioner mennesker mister sin kilde til drikkevann og fiske, og har forårsaket at Hwai River i dag er Kinas fjerde mest forurensende elveløp.

I tillegg til at Kina står overfor et enormt forbruk av kull til energiforbruk, har også antall biler som kjører på de kinesiske veier ekspandert i løpet av de siste årene. 14 000 nye biler kjører ut på veiene hver dag i Kina, samtidig som kineserne anslår at landet vil ha 130 millioner biler i 2020 (Economy, 2007).

Kinas miljøproblemer gir ikke bare konsekvenser for kineserne selv. Mennesker som lever langs elvene utenfor Kinas landegrenser blir også negativt påvirket av landets utslipp. Andre land blir påvirket av drivhusgasser som blir sluppet ut av fabrikkene og trafikken i landet, og må ta konsekvensene som global oppvarming, sur nedbør, og forurensing som transporteres med vindstrømmer. Utslipp av CO₂ er et internasjonalt problem, og Kina er her store bidragsytere.

2.3 Utvikling og miljøproblemer i et regional perspektiv

Helt siden Kinas storhetstid startet, har alle provinsene i landet opplevd økonomisk vekst. Totalt i Kina har det vært en gjennomsnittlig årlig vekst på omkring 8 % eller mer over en 30 års lang periode. Det har likevel vært en ujevn utvikling på tvers av provinsene. de Groot, Withagen, & Minliang (2001) argumenterer for at det i hovedsak er tre grunner for at veksten har vært ulik for de 31 provinsene i landet. For det første dreier det seg om at det har vært ulikt tempo i utvikling og vekst i ikke-statlige virksomheter. For det andre, har endringer i næringsstrukturen i de ulike provinsene vært forskjellige. Politiske tiltak fra staten gjorde at tung industri i hovedsak ble satt til den nordlige delen av landet, mens den sørlige delen av landet fikk en lettere industri. Den siste årsaken er at Kinas styremakter tidlig favoriserte kystprovinsene, da særlig i det sørlige Kina. I perioden 1979-1983, fikk blant annet provinsene Guangdong og Fujian høyere statlig økonomiske støtte enn andre provinser. Staten ønsket også at kystbyene skulle utvikle en eksportrettet økonomi. På grunn av disse tre årsakene, har den videre utviklingen vokst frem til slik vi ser den i dag. Tung industri og økonomisk vekst i kystprovinsene har også ført til at disse provinsene er de som har høyest forurensingsutslipp. Noen av provinsene slipper ut over dobbelt så mye som andre provinser

som ligger lengre vest og nord i landet. I tillegg opplever disse områdene høyere økonomisk vekst og utvikling, mye grunnet sin beliggenhet ved landets kystlinje.

3 Teori og litteraturgjennomgang

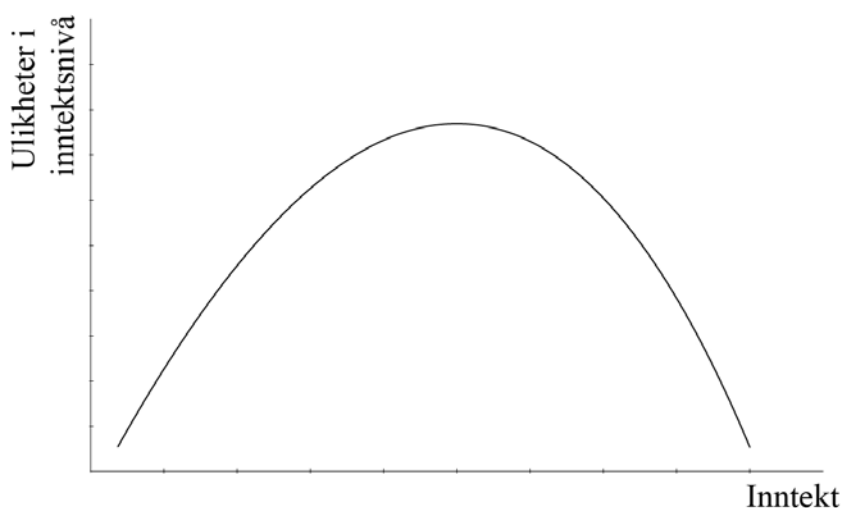
”If the Environmental Kuznets Curve hypothesis were true, then rather than being a threat to the environment, as claimed by the environmental movement and associated scientist in the past, economic growth would be the means to eventual environmental improvements.”

(Stern, 2004, s. 1419)

I dette kapittelet vil jeg gjennomgå det teoretiske rammeverket for oppgaven, og samtidig gi en oversikt over eksisterende litteratur på fagområdet.

3.1 Kuznets-kurven

En mulig eksistens av en invertert U-kurve mellom økonomisk vekst og ulikheter i inntekt ble først oppdaget og publisert av Simon Kuznets. Den inverterte U-kurven fikk senere navnet etter sin oppdager, og er kjent som Kuznets-kurven. Kuznets-kurven la grunnlaget for det vi i dag kjenner som miljø-Kuznets-kurven. Simon Kuznets gav i 1955 ut artikkelen *Economic Growth and Income Inequality*, som ble publisert i *The American Economic Review*. Kuznets så på hvordan ulikheter i inntektsnivået utviklet seg etter hvert som landet utviklet seg økonomisk. Han mente dette forholdet utviklet seg i en kurve som hadde en invertert U-form, med økonomisk utvikling på x-aksen og ulikheter i inntekt på y-aksen, illustrert i figur 3.1. Økonomisk utvikling ble målt i form av inntekt per innbygger.



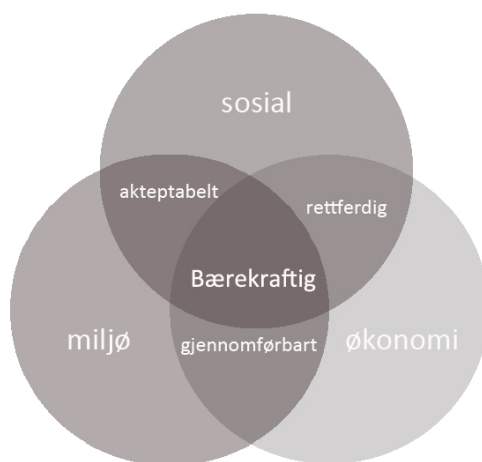
Figur 3.1 Kuznets-kurven

Den grunnleggende ideen bak grafen er at ulikheten i inntekt vil først øke etter hvert som samfunnet opplever økt økonomisk vekst, for så å nå et vendepunkt. Etter dette ville

ulikhetene jevne seg ut, som er representert ved at kurven synker igjen. Kuznets' tanke gikk ut på at i begynnelsen når et land utvikler seg, vil man oppleve økt industrialisering og kanskje viktigst; en mekanisering av jordbruket. Dette vil føre til at mennesker vil velge å forlate gårdene sine på landet, til fordel for bedre betalte jobber i byen. Resultatet vil være en større forskjell i inntektsnivå mellom menneskene i landet. Forskjellen vil være mellom de menneskene som fortsatt dyrker jorden, og de menneskene som har migrert til byene, hvor industrien utvikler seg. Med videre økonomisk vekst vil samfunnet utvikle seg til et velferdssamfunn, både gjennom industrialisering og demokratisering. Dette vil føre til mindre ulikheter mellom befolkningen i landet.

3.2 Miljø-Kuznets-kurver

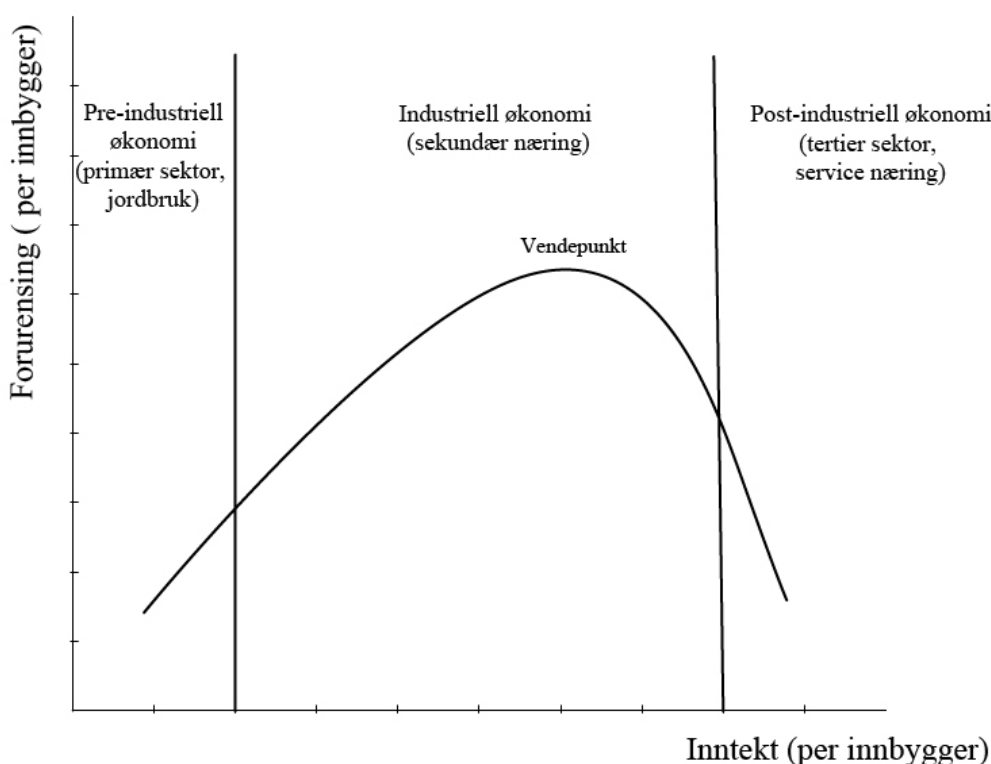
Hypotesen om en eksistens av miljø-Kuznets-kurver har sitt utspring i PIR litteraturen, som står for "Pollution-Income Relationship". Teorien fokuserer på hvordan miljøforverring er et biprodukt av økonomisk aktivitet, og flere forfattere prøver å finne ut hvordan sammenhengen er mellom økonomisk vekst og miljøødeleggelser. Teorien sier også at økonomisk vekst er en nødvendighet for å overkomme eventuelle miljøproblemer, og er så å si eneste løsning. Med andre ord, det er mulig å vokse ut av miljøproblemene (Kaika & Zervas, 2013). Hypotesen om miljø-Kuznets-kurver er et resultat av at man ønsker å opprettholde en bærekraftig utvikling for kommende generasjoner. Bærekraftig vil si at man ønsker å møte dagens konsumeringsbehov, uten å ødelegge for konsum-mulighetene til kommende generasjoner. For å opprettholde et bærekraftig miljø, trenger man at både miljømessige-, sosiale- og økonomiske aspekter er bærekraftige. Man vil da kunne møte både dagens- og fremtidens behov. Dette er illustrert i figur 3.2.



Figur 3.2 Bærekraftig utvikling

Kilde: Korsager & Scheie (2015)

Hypotesen om miljø-Kuznets-kurver går ut på at man deler utviklingen av en økonomi opp i tre faser. I første fase er økonomien inne i en svak økonomisk vekst, og produksjonen består stort sett av primærproduksjon, som vil si jordbruk, gruvestarbeid og skogbruk. I denne fasen vil det være overflod av naturressurser fordi tidligere generasjoner har hatt begrenset økonomisk aktivitet. Det er derfor et lett grunnlag å bygge videre på, og industrialiseringen vil fort ta fart. Gjennom uttømming av naturressurser vil også avfall akkumuleres, både i form av søppel, luftforurensing, vannforurensing og andre typer avfall som vil påvirke negativt på miljøet. Når man når toppen av kurven, *vendepunktet*, vil ytterligere økonomisk vekst, forbedret teknologi, bedre informasjon og større kunnskap, føre til at man får en reduksjon i miljøødeleggelsene (Panayotou, 2003). I et diagram vil dette se ut som en invertert U-kurve, som illustrert i figur 3.3.



Figur 3.3 Miljø-Kuznets-kurvens ulike trinn gjennom økonomisk utvikling

Kilde: Kaika & Zervas (2013)

3.3 En mikroøkonomisk tilnærming til hypotesen om miljø-Kuznets-kurver

Hypotesen om miljø-Kuznets-kurver kan også ses på med en mikroøkonomisk tilnærming. Med hjelp av mikroøkonomisk forståelse kan man forstå hvordan en invertert U-kurve er logisk i et land med økende økonomisk aktivitet. Når et samfunn først starter å utvikle seg, og landet har lav inntekt per innbygger, vil det være tilfelle at den marginale alternativkostnaden

av å redusere forurensingen er høyere enn den marginale nytteverdien av et bedre miljø. Bruker landet én enhet inntekt på å redusere miljøutslipp, vil det føre til tap for samfunnet i form av tap av alternativkostnad. Dette ser man ofte i områder med lav inntekt, hvor nasjoner stadig lar miljøet lide og prioriterer å bruke inntekt på områder som har høyere marginal nytteverdi. Når et land begynner å oppleve økt inntekt, vil de samtidig oppleve en økning i forurensingsnivået. Det vil i hovedsak være to kilder som motiverer til et bedre miljø; endrede miljøpreferanser og tilgang til mer miljøvennlige produkter og teknologi. Når det vil bli effektivt for landet å redusere i utslipp, vil de velge å prioritere dette. Det vil skje når den marginale nytteverdien av å redusere utslipp rettferdiggjør den marginale alternativkostnaden knyttet til den. I denne fasen vil teknologiske fremsteg, samt preferanser, være avgjørende for om forurensingsutslippene vil avta og skape miljø-Kuznets-kurver (Vogel, 1999).

3.4 Pollution Haven Hypothesis

I bunn og grunn er hypotesen om miljø-Kuznets-kurver en enkel modell, som i sin enkleste form tar inn to variabler; økonomisk utvikling og miljøutslipp. Modellen må derfor tolkes med varsomhet, da flere faktorer som kan være viktige for forholdet mellom disse to variablene kan være utelatt av modellen; deriblant handlemønster. At modellen ignorerer flere områder som kan være viktige for forholdet mellom disse to variablene er ett av de mest kritiserte områdene med modellen. Mer kritikk av modellen vil imidlertid fremkomme i delkapittel 5.3 senere i oppgaven.

Hypotesen om miljø-Kuznets-kurver blir ofte slått sammen med hypotesen man kaller "Pollution Haven Hypothesis", som jeg videre i oppgaven vil omtale som PHH. Miljø-Kuznets-hypotesen blir og ofte sett på som en refleksjon av PHH. Teorien går ut på at forurensing vil gå ned i land med høy inntekt, mens forurensing vil gå opp i land med lav inntekt (Cole, 2004). Dette er på grunn av land med høye inntekter har over tid utviklet seg strengere miljøkrav og regler, og flytter derfor produksjonen ut av landet. Spesielt produksjon av produkter som fører til miljøødeleggelser flyttes til deler av verden hvor reguleringer ikke er så strenge, eller i verste fall, ikke eksisterende. Miljøforurensingen vil derfor øke i utviklingsland, da de vil ta på seg rollen som fabrikk for industriland. Dette forholdet er skapt av handel, og linker miljø-Kuznets-kurver sammen med handelsmønster i verden.

Hvis vi retter fokuset på Kina, er det kjent at Kina er en ledende eksportør for mange land. Produkter som er "Made-in-China" er i stor grad en del av vår hverdag. I tillegg til at Kina selv kan ha skyld i sine miljøproblemer, argumenterer Ma Jun, en av landets mest aktive

miljøforkjemper i Kina, for at Kina har blitt ”verdens fabrikk”, og må bære alene de store miljømessige kostnadene (CTV News, 2014).

3.5 Litteraturgjennomgang

I dette delkapittelet vil jeg presentere ulike empirisk forskning som har blitt gjort innenfor fagområdet. Her vil også den historiske bakgrunnen for hypotesen om miljø-Kuznets-kurver bli introdusert. Litteraturen innenfor fagområdet er veldig stor og forskjellig, og en fullstendig gjennomgang av denne vil derfor bli vanskelig. Jeg har valgt å presentere de største studiene, og de studiene jeg finner relevante for oppgaven.

3.5.1 Grunnleggende empirisk litteratur

Grossman og Kruegers (1991) bekymret seg over endringene som skjedde i handelsmønsteret i verden, og la dette som grunnlaget for artikkelen de publiserte i 1991. I sin artikkel argumenterte de for at landegrenser er lettere å krysse enn før, barrierene er lavere, og de fryktet at disse faktorene ville påvirke miljøet. Denne påvirkningen ville skje ved at man fikk en ekspansjon av økonomisk aktivitet. Med høyere aktivitet ville dette medføre et høyere nivå av avfall, forurensing, og utslipp. Forfatterne argumenterte for at en økning i aktivitet måtte føre til at total forurensing ville gå opp. Det vil si at økt aktivitet eksempelvis ville føre til et økt transportbehov og en økning i etterspørsel etter energi, som igjen ville påvirke miljøutslippene. De studerte sammenhengen mellom økonomisk vekst og luftkvalitet for tre ulike forurensingsutslipp i 42 ulike land i årene 1977, 1982 og 1988. De brukte ett tverrsnitt av urbane områder i disse landene. Resultatene Grossman og Krueger presenterte viste at de fant en sammenheng mellom økonomisk vekst og forurensing i to av utslippene, svoveldioksid og røyk. De viste hvordan utslippene økte i takt med høyere BNP per innbygger når land har lav nasjonalinntekt, og at forholdet så avtar når BNP per innbygger øker.

I 1992 utførte Shafik og Bandyopadhyay en estimering av forholdet mellom økonomisk vekst og forurensing som et tilskudd til World Development Report i 1992. De utførte en analyse med data fra 149 land i årene 1960-1990. Tilgjengeligheten og fullstendigheten på dataene fra denne perioden var dessverre mangelfull. De fant blant annet at avskoging og svoveldioksid forbedrer seg ved et høyere inntektsnivå. Shafik og Bandyopadhyay forklarte hvordan bevisene i studiene tyder på at det er mulig for land å ”vokse ut av” miljøproblemene. De la i tillegg stor vekt på at dette ikke er en automatisk prosess, både politikk og investeringer er nødvendig for å redusere miljøforverring.

I 1993 publiserte Panayotou en empirisk undersøkelse hvor han undersøkte om det virkelig finnes en invertert U-kurve mellom økonomisk vekst og miljøindikatorer, slik som Grossman og Krueger viste i 1991. I tillegg ønsket han å utlede hvilke politiske konsekvenser som følger av dette forholdet. Han la vekt på både sysselsetting, teknologioverføring og utviklingsoppfølging. Panayotou undersøkte avskoging og luftforurensing i et utvalg av både utviklede og utviklingsland. Han utførte en tverrstudie på disse landene med tall fra sent 1980-årene. Panayotou konstaterte at noen av utslippene i sin analyse først øker for så å avta når økonomien til et land vokser. Panayotou var også veldig tydelig med å påpeke at politiske tiltak er viktige hjelpemidler for at dette skal være tilfellet. Utviklingsland kan selv være med på å flate ut miljø-Kuznets-kurver. Dette kan gjøres ved å bedre miljøpolitikk, opprette miljøkostnader, samt definere og implementerer eiendomsrettigheter over naturressurser.

I 1994 kom Grossman og Krueger ut med en ny artikkel hvor de undersøkte forholdet mellom forskjellige miljøindikatorer og landets inntekt per innbygger på redusert form. Studien så på fire ulike miljøindikatorer innen luftforurensing i urbane områder, samt forurensing i elver. De hentet inn data for totalt 42 land. Resultatene fra den empiriske undersøkelsen viste at en økning i BNP kan være assosiert med en nedgang i miljøkvalitet for veldig fattige land. Motsatt viste de empiriske resultatene at luft- og vann kvaliteten dro nytte av økonomisk vekst. De vektla imidlertid i sin avhandling at den inverterte U-formen ikke er et resultat av automatiske krefter, som er samme argument som Shafik og Bandyopadhyay (1992) trekker frem.

Med bakgrunn i den helt ferske litteraturen om miljø-Kuznets-kurver, velger Selden og Song i 1994 å undersøke forholdet mellom inntekt og forurensing selv. De utførte en analyse for fire ulike forurensingsutslipp som slippes ut i luften ved å bruke paneldata. I sin analyse har Selden og Song også inkludert en variabel som beskriver befolkningstettheten i området. Forfatterne konkluderte med at det finnes et forhold som viser en invertert U-kurve, likt som Grossman og Krueger konkluderte i 1991 og 1994. Fra sine analyser konkluderte de med at verden har en lang vei å gå for å nå et eventuelt vendepunkt. De la også vekt på at man står overfor en tidsramme på flere tiår for å nå tilbake til daværende forurensingsnivå.

I 1997 gav Panayotou ut en ny artikkel hvor han påpeker at all tidligere litteratur innen fagområdet ignorerer det faktum at inntekt ikke er eneste variabelen i forholdet mellom økonomisk vekst og forurensing. Han beskrev denne ignoransen som en "svart-boks" som

skjuler mer enn den avslører. Dette fordi inntekt er brukt som en variabel som skal fange alle endringer som har sammenheng med økonomisk vekst. Han vektla at tidligere artikler stiller flere spørsmål enn de klarer å svare. Han stilte spørsmål med om at det i det hele tatt kan være sant at en invertert U-kurve antyder at miljøødeleggelser er et typisk "oppvekst-problem" for utviklingsland, og at veksten i seg selv vil automatisk utjevne problemet uten noen politiske innvirker. Panayotou fortsatte med å ta utgangspunkt i den tidligere brukte modellen på redusert form. Han la imidlertid vekt på å inkludere andre faktorer som kan være med på å forklare hvorfor et land gjennomgår denne fasen. Politiske tiltak er av stor betydning når et land gjennomgår økonomisk vekst. Det er derfor viktig at dette blir tatt hensyn til i en analyse. Panayotou estimerte først miljø-Kuznets-kurver, hvor han har utelatt politiske variabler og vekstrate. Han gjorde så en ny estimering hvor han inkluderer disse variablene. På denne måten kan han observere variablenes påvirkningskraft på modellen. Panayotou kartla at kvalitet på politikk og institusjoner kan redusere miljøødeleggelser på lave inntektsnivå, mens de vil være med på å fremskynde forbedringer på høyere inntektsnivå.

Cole (2004) undersøkte hvordan handel og strukturelle endringer påvirket miljø-Kuznets-kurver i ulike land. Han gjorde blant annet en analyse av miljø-Kuznets-kurven, hvor han inkluderte inntekt, åpen handel, strukturelle endringer og handel mellom utviklede- og utviklingsland. Cole konkluderte med at det er begrenset informasjon om PHH-effekten er tilstede, men hevdet likevel at man kan se effekten i inntektsbegrepet i modellen. Videre skrev Cole i sin artikkel at dersom man kan påvise at PHH er tilfelle, vil det ha konsekvenser i form av at eksistensen av miljø-Kuznets-kurver ikke nødvendigvis fører til reduksjon i forurensing, men heller en forflytting av hvor forurensingen tar sted.

Med dette forskningsgrunnlaget fra 1990-årene og tidlig 2000-tallet, vokste det videre frem en stor litteratur på fagområdet. Flere ønsket å undersøke hypotesen om en invertert U-kurve mellom økonomisk vekst og forurensing. Ulike variabler, ulike geografiske områder og ulike tilnærminger til modellen ble presentert av en rekke økonomer omkring i verden. Selv med en omfattende litteratur og forskning på denne hypotesen, har det likevel ikke ført til enighet blant forskere. Man er fremdeles i tvil om forholdet om en invertert U-kurve kan være korrekt. Ikke minst er det uenighet når det gjelder hvilke variabler som inkluderes i analysen, og hva som forklarer sammenhengen mellom økonomisk vekst og forurensing.

3.6.2 Empirisk litteratur om Kina

I denne oppgaven er det Kina som står i hovedfokus. Det finnes ulike studier om miljø-Kuznets-kurver som gjelder direkte for Kina, og noen av disse studiene har jeg valgt å presentere her. Jeg vil gjennomgå studiene til Shen (2006), Song, Zheng & Tong (2008), Jayanthakumaran & Liu (2011), Shen & Hashimoto (2004) og til slutt Liu, Heiling, Chen & Heino (2006).

Shen (2006) forsket på forholdet mellom inntekt per innbygger og forurensingsutslipp per innbygger. Han estimerte dette forholdet med data fra ulike provinser og byer i landet, fra årene 1993-2002. Shen har utført en av de første empiriske analysene på landområdet Kina. Han la vekt på at å estimere miljø-Kuznets-kurver uten å vektlegge andre variabler kan gjøre at man får et resultat som ikke er forventningsrett. Dette vil jeg gå nærmere inn på senere i oppgaven. Shen pekte spesielt på variabler som industriell struktur, teknologisk progresjon og miljøpolitikk. Likevel er dette faktorer som blir ignorert i hans empiriske modell. Shen tok inn to andre variabler i sin analyse; andel av sekundærnæringen og regjeringens kostnad for å minske forurensingsutslipp. Han brukte simultane ligningssystemer for å få et forventningsrett resultat. Det vil si at forfatteren har et sett av lineære ligninger. De tre ulike ligningene har tre ulike avhengige variabler: miljøindikator, BNP per innbygger og regjeringens kostnad innen reduksjon av forurensingsutslipp.

Song, Zheng & Tong (2008) estimerte også miljø-Kuznets-kurver på provinsnivå i Kina. De brukte data fra 1985-2005 fra 29 ulike provinser på fastland Kina. Song, Zheng & Tong brukte BNP som økonomisk indikator, og fast avfall, vannavfall og gassutslipp som miljøindikator. De brukte en kvadratisk og kubisk funksjon av inntekt for å undersøke om det finnes miljø-Kuznets-kurver for forhold mellom miljøforurensing og økonomisk vekst. Alle variabler har blitt transformert til logaritmer. Som Shen (2006), nevnte Song, Zheng & Tong at hypotesen om miljø-Kuznets-kurver blir kritisert for å utelate viktige faktorer som vil være med på å påvirke forholdet mellom økonomisk vekst og forurensingsutslipp. De nevnte faktorer som størrelse på økonomien, industriell struktur, befolkningstetthet, teknologisk utvikling, etterspørsel etter miljøkvalitet og internasjonal handel. Forfatterne valgte å undersøke en forenklet modell, og ser kun på forholdet mellom BNP og miljøindikatorer som nevnt.

Jayanthakumaran og Liu (2011) så på forholdet mellom handel, vekst og utslipp ved å bruke data fra provinsnivå i Kina, for både vann- og luftforurensing i tidsrommet 1990-2007. De brukte tre steg for å gå frem. I det første steget estimerte de vendepunktet til inntekt på miljø-Kuznets-kurven, de estimerte deretter forholdet mellom handel, vekst og forurensingsutslipp i det andre steg. Og til slutt i det siste steget, brukte de vendepunktet som er kalkulert i første steget til å dele databasen i to grupper. En gruppe for de provinsene som er over vendepunktet, og en gruppe for de provinsene som fremdeles befinner seg på et inntektsnivå under vendepunktet. Forfatterne adopterte Deans's simultaneous model; som beskriver både inntekt og vekst i forurensingsutslipp som en funksjon av restriksjoner ved handelsregimet. Forfatterne brukte deretter industrivariabler for å fange effekten av åpen handel på vekst. De gjorde dette ved å se på endringer i åpenhet rundt handel, og indirekte effekter via økte inntekter. Jayanthakumaran og Liu brukte også simultane ligningssystemer, hvor avhengig variabel i den første likningen er endring i produksjon, og avhengig variabel i en andre er endring i utslipp. Den første ligningen brukte kapitalendringer, endringer i arbeidsmarkedet, endringer av forurensingsutslipp, endringer i åpen handel og dato for deltakelse i World Trade Organization som forklaringsvariabler. Den andre ligningen brukte endring i industriell inntekt, åpenhet i handel og endring i bytteforhold som forklaringsvariabler.

I tillegg til denne litteraturen om Kuznets-kurver i Kina finner vi artikkelen til Shen & Hashimoto (2004), samt artikkelen til Liu et al. (2006). Shen og Hashimoto (2004) brukte paneldata til å undersøke hvordan miljø-Kuznets-kurven utvikler seg i syv ulike forurensingsutslipp i Kina. De undersøkte om det i det hele tatt eksisterte en miljø-Kuznets-kurve på landnivå. Shen og Hashimoto hentet data fra 31 provinser i Kina i årene 1993-2001. Forfatterne inkluderte også andel av sekundærnæringen, befolkningstetthet og tidstrend som forklaringsvariabler i modellen. Liu et al. (2006) fokuserte på én by i Kina, Shenzhen, som ligger i provinsen Guangdong. Dette er Kinas første spesielle økonomiske sone i landet, som ble grunnlagt i 1980. Industrien i denne byen har vokst frem slik at Shenzhen er den byen med høyest inntekt i landet. Byen er viktig fordi den er en pioner, både for økonomisk vekst, men og når det kommer til miljøvern. Forfatterne av artikkelen utførte en standard analyse av miljø-Kuznets-kurver fra Shen (2004). De brukte data fra årene 1989-2003 for å estimere forholdet mellom BNP per innbygger og forurensingsutslipp per innbygger for hele 18 ulike utslippstyper, i hovedsak utslipp i luft, elver og forurensning nær kysten.

Resultatet fra de nevnte empiriske studier om Kina vil jeg gå gjennom i kapittel 5, etter jeg har presentert resultater fra egne analyser.

4 Metode

”Growth first, then clean up”

(Beckerman, 1992)

I dette kapitlet vil jeg presentere og beskrive metoden og fremgangsmåte for modellen som jeg har estimert i denne oppgaven. Jeg har anvendt den standardiserte metoden som fremkommer av litteraturen (Dinda, 2004) for å undersøke forholdet mellom økonomisk vekst og forurensing i Kina.

4.1 Modell på redusert form

Den vanligste metoden brukt i litteraturen om miljø-Kuznets-kurver er å bruke en modell på redusert form, som presentert i likning 4.1. I denne regresjonen inkluderes miljøindikator som avhengig variabel og inntekt per innbygger som forklaringsvariabel. Det er også vanlig å inkludere inntekt per innbygger på kvadratisk og kubisk form; det vil si at man inkluderer inntekt opphøyd i andre og inntekt opphøyd i tredje.

$$(4.1) \quad y_{it} = \alpha_i + \beta_1 x_{it} + \beta_2 x_{it}^2 + \beta_3 x_{it}^3 + \beta_4 z_{it} + \varepsilon_{it},$$

hvor y er miljøindikator, x er inntekt, α er en konstant, z er andre variabler som virker inn på miljøødeleggelser, i er land (provins), t er tid og β_k er koeffisienten til k forklaringsvariant og ε er restleddet i modellen.

Nyere studier velger ofte å transformere variablene til logaritmisk form, da data i analysen har tendenser til eksponentiell vekst. Modellen vil da ta form som ligning (4.2):

$$(4.2) \quad \log y_{it} = \alpha_i + \beta_1 \log x_{it} + \beta_2 \log x_{it}^2 + \beta_3 \log x_{it}^3 + \beta_4 \log z_{it} + \varepsilon_{it}$$

Fra denne regresjonsanalysen kan man få resultatene beskrevet i tabell 4.1. Grafisk fremstilling av resultatene er illustrert i figur 4.1.

Tabell 4.1: Forhold og resultat fra den økonometriske analysen. Kilde: Dinda (2004)

#	Forhold	Resultat
1	$\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$	Ingen sammenheng mellom x og y
2	$\beta_1 > 0$ og $\beta_2 = \beta_3 = 0$	Monotont økende forhold eller lineært forhold mellom x og y
3	$\beta_1 < 0$ og $\beta_2 = \beta_3 = 0$	Monotont avtakende forhold mellom x og y
4	$\beta_1 > 0, \beta_2 < 0$ og $\beta_3 = 0$	Invertert U-kurve, miljø-Kuznets-kurven
5	$\beta_1 < 0, \beta_2 > 0$ og $\beta_3 = 0$	U-formet kurve
6	$\beta_1 > 0, \beta_2 < 0$ og $\beta_3 > 0$	N-formet kurve
7	$\beta_1 < 0, \beta_2 > 0$ og $\beta_3 < 0$	Invertert N-formet kurve

For resultat fire kan man beregne miljø-Kuznets-kurvens vendepunkt. Vendepunktet kan man kalkulere med hjelp av ligning 4.3 (Dinda, 2004).

$$(4.3) \quad x^* = -\frac{\beta_1}{2\beta_2}$$

ved bruk av logaritmer blir dette;)),

$$x^* = \exp\left(-\left(\frac{\beta_1}{2\beta_2}\right)\right)$$

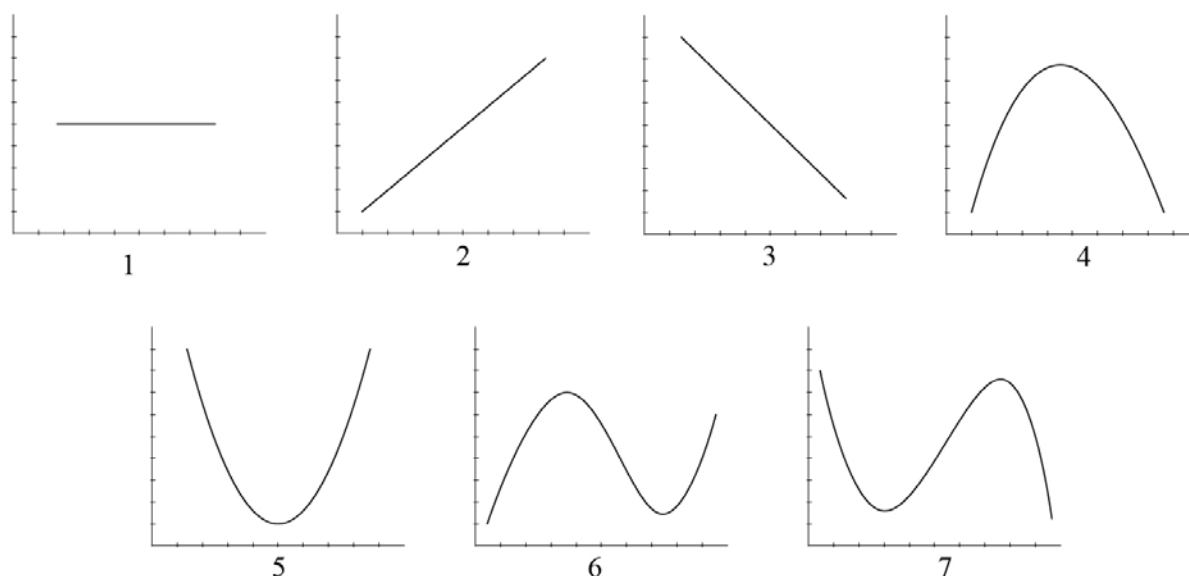
Estimerer man en kurve med to vendepunkt som i resultat 6 eller 7 i tabell 4.1, kan man ved hjelp av ligning (4.3) kalkulere kurvens to vendepunkt (Plassmann & Khannan, 2003).

$$(4.4) \quad x^* = \frac{-\beta_2 \pm \sqrt{\beta_2^2 - 3\beta_1\beta_3}}{3\beta_3}$$

ved bruk av logaritmer blir dette:

$$x^* = \exp\left(\frac{-\beta_2 \pm \sqrt{\beta_2^2 - 3\beta_1\beta_3}}{3\beta_3}\right)$$

4.1.1 Former kurven kan ta



Figur 4.1 Kurvens ulike fasonger, Kilde: Song, Zheng, Tong (2008)

Figur 4.1 representerer de ulike fasongene kurven mellom forurensing og økonomisk vekst kan ta. Tallene under betegner resultatene fra tabell 4.1. Figur nummer 4 illustrerer miljø-Kuznets-kurven, som indikerer at forurensing og økonomisk vekst vil ha en positiv sammenheng til kurven når sitt vendepunkt. Sammenhengen vil etter dette være negativ.

4.2 Valg av metode og utførelse av analysen

Med utgangspunkt i Dinda (2004) vil jeg estimere om forholdet mellom økonomisk vekst og forurensing kan beskrives av miljø-Kuznets-kurver for alle fem miljøindikatorerne hvor jeg har data. Disse er svoveldioksid, sot, støv, fast avfall og vannavfall. Miljøindikatorerne blir inkludert som utslipp per innbygger og økonomisk vekst blir inkludert som inntekt per innbygger. Inntekt blir målt som Brutto BRP fordelt på antall innbyggere i provinsene. Miljøindikator er avhengig variabel, og BRP per innbygger er forklaringsvariabel. Jeg gjør første en analyse uten kontrollvariabler. Jeg vil så gjøre en estimering hvor jeg inkluderer kontrollvariabler, for å se hvilken forklaringskraft dette har på forholdet mellom økonomisk utvikling og forurensing. Kontrollvariabler er befolkningstetthet, sysselsetting og BRP som kommer av sekundærnæringen. Bakgrunn for valget av kontrollvariabler fremkommer i avsnitt 4.3.2.

4.2.1 Hypotese

Med dette som utgangspunkt skal jeg gjøre estimeringer for å svare på hypotesen:

Det finnes en invertert U-kurve for alle fem typer miljøindikatorer; svoveldioksid, sot, støv, fast avfall og vannavfall, for de 31 ulike provinsene i Kina.

4.3 Data

For å estimere miljø-Kuznets-kurver er jeg avhengig av å ha data som representerer den økonomiske veksten på provinsnivå i Kina. Som mål på økonomisk vekst bruker jeg BRP delt på innbyggertallet i de ulike provinsene. Dette gir meg et mål for inntekt per innbygger. Data har jeg hentet fra China Statistical Yearbook, China Geo-Explorer og Econ Stats. China Statistical Yearbook har gitt meg data om forurensingsutslipp av svoveldioksid, støv, sot, fast avfall og vannavfall for de 31 provinsene i landet, for tidsperioden 1997-2010. Disse tallene er gjort tilgjengelig på China Statistical Yearbooks nettsider av The Ministry of Environmental Protection i Kina. Data om befolkning, sysselsetting og BRP for de ulike provinsene har jeg hentet fra China Geo-Explorer, drevet av Universitet i Michigan. BRP er omgjort til å representere prisnivået i 1997. Tall for konsumprisindeksen er hentet fra Econ Stats, som er en database med data fra verdens land. Kildene til Econ Stats er blant annet IMF, Verdensbanken og UN for å nevne noen. Konsumprisindeksen på Econ Stats er oppgitt med 1990 som base år. Jeg har derfor regnet om disse til å representere base-år 1997, som er første året i mine analyser. Når jeg har data i reelt BRP kan man sammenlikne tall fra ulike år opp mot hverandre, da de er justert for inflasjon. En liste over konsumprisindeksen er inkludert i vedlegg 2.

Når jeg startet å hente inn data, inkluderte jeg både data på provinsnivå og bynivå for Kina. Etter at dataene var hentet inn, valgte jeg å gjøre estimeringer på provinsnivå i Kina. Dette fordi data på bynivå var mangelfull med tanke på både antall år tilgjengelig, men også type informasjon. På bynivå var det bare tilgjengelig data om utslipp av svoveldioksid for en periode på 6 år, og vannavfall for en 3 års periode. En estimering av miljø-Kuznets-kurver vil derfor bedre la seg utføre med data fra provinsnivå, hvor jeg fikk hentet inn 5 ulike miljøindikatorer over en periode på 14 år. Her fikk jeg også hentet inn data som BRP av sekundærnæring, befolkningstetthet, samt sysselsetting på provinsnivå. Dette er derfor blitt min bakgrunn for analysen. Tabell 4.2 oppgir beskrivende statistikk over variablene brukt i modellen. En tabell over de ulike variablene brukt i analysen fremkommer i vedlegg 1. Her

blir det gitt en forklaring og beskrivelse av enhet og kilder til de ulike variablene som er inkludert.

Tabell 4.2. Statistisk beskrivelse av variabler

VARIABLER	(1) N	(2) Gjennomsnitt	(3) Standardavvik	(4) Min	(5) Maks
År	434			1997	2010
Provins	434			1	31
Bruttonasjonalprodukt ¹	434	625 200 000 000	693 700 000 000	7 700 000 000	4 601 000 000 000
Reelt BRP ¹	434	572 000 000 000	595 800 000 000	7 700 000 000	3 900 000 000 000
Reelt BRP sekundær ¹	434	279 900 000 000	318 700 000 000	1 700 000 000	1 896 500 000 000
Reelt BRP per innbygger ¹	434	14 276	11 382	2 200	61 447
BRP per innbygger ¹	434	15 709	13 517	1 996	76 074
KPI ²	434	105,4	8,131	97,80	121,4
Innbyggere ³	434	4 130	2 629	247	10 441
Sysselsatte ³	434	2 177	1 519	111,6	6 042
Areal ⁴	434	309 586	379 887	6 340	1 665 000
Befolkningstetthet ⁵	434	379,2	504,2	2	3,631
Svoveldioksid (tonn)	434	576 253	396 889	734	1 760 000
Sot (tonn)	434	271 252	218 018	936	1 433 000
Støv (tonn)	433	264 864	222 442	1 000	1 006 000
Fast avfall (tonn)	434	4 175	4 010	5	31 699
Vannavfall (tonn)	434	70 411	60 822	612	296,32
SO ₂ per innb. (kg)	434	14,99	9,88	0,27	57,95
Sot per innb. (kg)	434	7,06	5,31	0,33	41,44
Støv per innb. (kg)	433	6,55	4,62	0,33	31,14
Fast avfall per innb. (kg)	434	0,11	0,09	0,01	0,688
Vannavfall per innb. (kg)	434	16,40	9,75	2,27	66,26

¹Tall oppgitt i faktisk Yuan (1997-priser), ² KPI regnet ut, se vedlegg 2 for mer info, ³Tall oppgitt som 10 000 personer, ⁴ Areal oppgitt som km², ⁵ oppgitt i innbyggere/areal på provinsnivå

I tabell 4.2 ser man at det er 433 observasjoner for miljøindikator støv. Dette skyldes at data for år 2010 ikke er tilgjengelig for denne miljøindikatoren.

4.3.1 Miljøindikatorer

I denne oppgaven inkluderer jeg fem ulike miljøindikatorer. Dataene om miljø er distribuert av Ministry of Environmental Protection i Kina, og gjort tilgjengelig i Kinesiske årbøker.

Svoveldioksid, sot og støv er alle utslipp i luften i Kina, og går ofte under fellesbetegnelsen avfallsgass. Svoveldioksid er en fargeløs gass som i stor grad stammer fra kull og oljefyring i boliger, kraftstasjoner og industrianlegg. Svoveldioksid kan føre til skadelige helseeffekter og miljøødeleggelser, både i et globalt og regionalt perspektiv. På grunn av at gassen er vannløselig, absorberes den etter kort tid i øvre luftveier. Ved eksponering over lang tid kan dette være skadelig. Kina er verdens største forbruker av kull, og er stor kilde til utslipp av svoveldioksid. I tillegg har Kina mye støv og sot i luften. Dette er utslipp som kommer av kullforbruk, samt trafikk og annen forurensende aktivitet.

Miljøindikatoren vannavfall er i hovedsak forurensing fra fabrikker som slippes ut i vann og elveløp i Kina. Ifølge China Water Risk var det i 2010 flere poster som stod for mesteparten av utslippene. Deriblant produksjon av papir og papirprodukter, prosessering av petroleum, kjemisk produksjon, gruvedrift og vasking av kull, produksjon av elektrisitet, varme og jordbruk. For bedrifter i Kina har det lenge vært billigere å betale bot for å slippe ut forurensing enn å investere i et renseanlegg for vannavfall (China Water Risk, 2013).

Fast avfall kommer i stor grad fra gruvedrift, forbruk av kull, metallgruver og forsyning av kraft og varmtvann i Kina (Huang et al., 2006). Gruvedrift er den største bidragsyteren til stadig høyere forurensing av fast avfall i Kina. Forurensing i form av fast avfall har økt i takt med den økonomiske veksten i landet, og er i dag veldig høy.

4.3.2 Kontrollvariabler

Etter hvert som litteraturen om miljø-Kuznets-kurven har vokst, har nye måter å estimere miljø-Kuznets-kurver fremstått. Da spesielt i form av studier som inkluderer ulike kontrollvariabler i estimeringen. I tillegg til at det er en sammenheng mellom forurensing og økonomisk vekst, inkluderer studier i større grad andre variabler som kan være med å forklare dette forholdet. Tabell 4.3 viser en oversikt over variabler som er med i ulik litteratur. Flere av studiene inkluderer variabler som blant annet befolkningstetthet, handel og sysselsetting.

Tabell 4.3 Kontrollvariabler i litteraturen

Kontrollvariabler	Forfatter(e)
Befolkningstetthet	Grossman & Krueger (1991), Panayotou (1997), Selden & Song (1994), Shen (2006), Shen & Hashimoto (2004), Chen (2007)
Handel	Cole 2006, Chen 2007
Sysselsetting	Jayanthakuran & Liu (2011)
Politikk	Panayotou (1997)
Kapitalbeholdning	Jayanthakuran & Liu (2011)
Åpenhet om handel	Jayanthakuran & Liu (2011)
Medlemskap i WTO	Jayanthakuran & Liu (2011)
Andel av sekundærnæring	Shen (2006), Chen (2007)
Reduksjon av forurensing	Shen (2006)

I mine analyser har jeg inkludert kontrollvariablene befolkningstetthet, sysselsetting og BRP som kommer av sekundærnæringen. Jeg har valgt følgende kontrollvariabler med bakgrunn i hva som er vanlig i litteraturen (tabell 4.3), og samtidig med bakgrunn i hvilke data som er tilgjengelig for provinser i Kina.

Ved å inkludere kontrollvariabler i estimeringen kan man se om de ulike variablene inngår i ligningen med positivt eller negativt fortegn. Man kan da lese av resultatene om variabelen har positivt eller negativ påvirkning på miljøindikatorene estimert. Det stilles ulik forventning til hvilken påvirkning kontrollvariablene vil ha i forhold til miljøindikatorene. Det er å forvente at befolkningstetthet kan ha både positiv og negativ innvirkning på forurensing. Befolkningstetthet vil kunne få en positiv koeffisient fordi det er å forvente at høyere befolkningstetthet grunnet befolkningsvekst, vil føre til flere personer som bidrar til forurensing (Chen, 2007). I tillegg vil man også kunne forvente at befolkningstetthet vil ha et negativt fortegn. Selden & Song (1994) argumenterer for at forurensing som skyldes transport vil være lavere i områder hvor mennesker bor tett. At forfattere inkluderer befolkningstetthet i sine studier skjer støtt. Panayotou (1993) så blant annet en sammenheng med at befolkningstetthet førte til at vendepunktet på miljø-Kuznets-kurven ble høyere. Panayotou

fant så i 1997 at befolkningstetthet økte høyden på miljø-Kuznets-kurven for svoveldioksid for alle inntektsnivå. Det vil si at områder med høy befolkningstetthet vil ha et høyere vendepunkt for miljø-Kuznets-kurver i dette området. Det kreves med andre ord høyere inntekt før sammenhengen mellom forurensing og økonomisk utvikling vil ha en negativ sammenheng. Den andre kontrollvariabelen jeg inkluderer i min analyse er andel sysselsetting, som forventes å inngå med positiv fortegn. Setter man flere faktorer inn i produksjon vil man således forvente en høyere produksjon, som så skaper høyere forurensing. Sysselsetting inngår i denne sammenheng som at arbeidskraft er en input i produksjonen (Jayanthakumaran & Liu, 2011). Med andre ord, flere mennesker i arbeid, fører til mer produksjon, som igjen fører til høyere utslipp av forurensing. Når det kommer til BRP som kommer fra sekundærnæring, forventer man at denne kontrollvariabelen skal inngå i ligningen med et positivt fortegn. Man forventer at om en større andel av industrien kommer fra sekundærnæringen vil mer forurensing bli generert (Shen, 2006).

4.5 FE-modell og RE-modell

I mine analyser tar jeg i bruk et datasett bestående av paneldata fra Kinas 31 provinser i årene 1997 til 2010. Paneldata kan også beskrives som tverrsnittstidsserier, og er et sett med data hvor atferd av enhetene (provinser) er observert over tid (Torres-Reyna, 2007). Siden observasjonseenhetene i denne oppgaven er provinser, går datasettet under beskrivelsen makro-paneldatasett (Bårdsen, G. & Nymoen, R., 2014). Beskrivende statistikk av datasettet fremgår av tabell 4.2 og en forklaring på variabler i form av enhet og kilder fra dette datasettet er inkludert i vedlegg 1.

Ved estimering av paneldata er det mulig å utføre en Random-effects (RE) modell eller en Fixed-effects (FE) modell. I et datasett bestående av paneldata har man provinsspesifikke effekter og tidsspesifikke effekter. Ved å utføre en FE-modell behandler man disse effektene som regresjonsparametere. En RE-modell håndterer disse effektene som komponenter av den tilfeldige forstyrrelsen (Chen, 2007). Hvis man står overfor en situasjon hvor provinseffekter og tidseffekter er korrelert med forklaringsvariablene i modellen, i denne oppgaven *inntekt*, er det nødvendig å utføre en FE-modell. Er det tilfelle at provins og tid ikke er korrelert med forklaringsvariablene er det trygt å bruke en RE-modell. Generelt er en FE-modell alltid det fornuftige valget å ta når man jobber med paneldata. Utførelse av en FE-modell vil gi stabile resultater om provins- og tidseffekter er korrelert med forklaringsvariablene. Likevel vil ikke FE alltid være den mest effektive modellen. Er det forsvarlig å utføre en RE-modell vil dette

være den mest effektive modellen, og det er å foretrekke når provins- og tidseffekter ikke er korrelert med inntekt (Princeton Univeristy Library, s.a).

For å avgjøre hvilken modell som er mest effektiv kan man utføre en Hausman-test. Dette er den hyppigste måten i litteraturen om miljø-Kuznets-kurven for å skille mellom de to modellene. Denne fremgangsmåten blir blant annet brukt av Chen (2007), Shen (2006) og Liu et al. (2011). Det er ikke mulig å ta utgangspunkt i andre studier når man velger modell, da avgjørelsen vil avhenge av hvert individuelle datasett (Franklin & Ruth, 2012). En Hausman-test sjekker en mer effektiv modell opp mot en modell som er mindre effektiv, men som fremdeles er konsistent. Dette for å være sikker på at den mer effektive modellen gir konsistente resultater (Princeton Univeristy Library, s.a).

I denne oppgaven er spørsmålet om provins- og tidsspesifikke effekter er korrelert med forklaringsvariabelen inntekt. Finnes det ikke en slik korrelasjon er RE effektiv og konsistent. Hvis en slik korrelasjon derimot er tilfelle må man bruke en FE-modell. I kapittel 5 ufører jeg en Hausman-test for å kontrollere om en RE-modell eller FE-modell er det mest effektive valget.

4.6 Seriekorrelasjon

I paneldata med mange år kan det oppstå problemer med seriekorrelasjon. Eksistens av seriekorrelasjon vil si at feilleddene følger et systematisk mønster. Dette har imidlertid ikke effekt på regresjonsestimatene, men det har effekt på standardfeilene til estimatene. Det at feilleddene følger et systematisk mønster betyr at feilleddene til observasjon én inneholder informasjon om feilleddene til observasjon to, og så videre (Wooldridge, 2006). Ved estimering av miljø-Kuznets-kurver er dette vanlig, fordi effekten av teknologiske fremsteg eller forbedret miljøbevissthet kan påvirke inntekt, selv om dette er faktorer som ikke direkte påvirker inntekt (Lieb, 2003). I litteraturen om miljø-Kuznets-kurver er det vanlig å inkludere en tidstrend i estimeringen av kurven (Stern et al (1996), Lieb (2003), Shen & Hashimoto(2004), Franklin & Ruth (2012)). Dette er en vanlig prosedyre for å ta hensyn til korrelasjon i feilleddene til estimatene. Den estimerte modellen vil da bli som i likning 4.5, hvor $\beta_5 t$ er inkludert som eget uttrykk for tidstrend.

$$(4.5) \quad y_{it} = \alpha_i + \beta_1 x_{it} + \beta_2 x_{it}^2 + \beta_3 x_{it}^3 + \beta_4 z_{it} + \beta_5 t + \varepsilon_{it},$$

Jeg følger framgangsmåten til Torres-Reyna (2007), og bruker en Wooldrige-test for å teste for seriekorrelasjon i datasettet.

5 Empiriske resultater og diskusjon

”The government will resolutely declare war against pollution as we
declare war against poverty”

Premier Li Keqiang (Kaiman, 2014).

I dette kapittelet skal jeg presentere resultatene jeg har funnet i mine empiriske analyser. Jeg vil beskrive resultatene fra regresjonsanalysene, samt presentere hvordan jeg har kalkulert vendepunkter. Jeg vil så sammenlikne mine resultater med resultater funnet i litteraturen tidligere presentert. Til slutt vil jeg gjennomgå kritiske punkter og svakheter ved hypotesen, før jeg diskuterer resultatene funnet i denne oppgaven og deres implikasjoner.

5.1 Empiriske resultater fra analysen

Jeg startet med å utføre en RE-modell, med miljøindikator som avhengig variabel og inntekt per innbygger som forklaringsvariabel. Jeg utførte så en FE-modell, med samme variabler. I FE-modellen inkluderte jeg en dummyvariabel for år. Jeg transformerte alle variabler til logaritmer med unntak av tidstrenden. Flere av studiene som gjør liknende analyser med Kina som hovedområdet bruker logaritmer i sine analyser, blant annet Shen et al (2004), Shen (2006), Song et al (2008) og Jayanthakumaran & Liu (2011). Dette er en vanlig fremgangsmåte når man jobber med tidsserievariabler, da disse kan vise tendenser til eksponentiell vekst. Dette er typisk for data som for eksempel BNP per innbygger og befolkningstall. Med andre ord, tall som har tendenser til å vokse raskt. Man bruker derimot ikke dette på variabler man forventer forblir stabile over tid, som renter eller arbeidsledighet (Krauth, 2004)).

Ved å bruke en Hausman-test kan vi finne ut om det er FE eller RE som gir effektive resultater. Jeg har brukt fremgangsmåten presentert av Torres-Reyna (2007). Resultatet fra Hausman-testen fremkommer i tabell 5.1. Ved bruk av en vanlig Hausman-test, fikk jeg ikke resultater for fast avfall og vann avfall. Resultatene for svoveldioksid, sot og støv, sa imidlertid at RE var det mest effektive valget. Ved å bruke en Hausmantest med et Sigmamore-alternativ, fikk jeg resultater for alle fem miljøindikatorne. Sigmamore tvinger varians-kovarians-matrisen fra den effektive modellen til å bli brukt til å beregne testobservatorene (Newton, 2007). Resultatene for svoveldioksid, sot og støv endrer seg ikke ved å bruke et Sigmamore alternativ i beregningen av testen. I tillegg får jeg resultater for fast

avfall og vannavfall. Testen gav resultater som indikerte at RE var det mest effektive valget i estimering av miljø-Kuznets kurver for alle miljøindikatorer utenom vannavfall, hvor FE var den mest effektive modellen.

Tabell 5.1 Resultater fra Hausman-testene

Miljøindikator	Prob>chi2	FE vs. RE	Prob>Chi2 sigmamore	FE vs. RE
Svoveldioksid	0,4630	RE	0,2359	RE
Sot	0,5693	RE	0,3567	RE
Støv	0,5351	RE	0,4193	RE
Fast avfall	Ingen resultat	-	0,1128	RE
Vannavfall	Ingen resultat	-	0,0269	FE

I tillegg til å ta resultatene fra Hausman-testen med i beslutningen om å bruke en RE- eller en FE-modell videre i oppgaven, er det viktig å diskutere forutsetningen om at provinser og år ikke er korrelert med inntektsbegrepet i Kina. I litteraturen er det bruk av FE-modeller som forekommer hyppigst (Stern (2004), Chen (2007), Shen (2006), Song, Zheng & Tong (2008), De Groot et al. (2001)), men det forekommer også bruk av RE-modeller (Jayanthakumaran & Liu (2011) og Shen & Hashimoto (2004)). De fleste andre studier med Kina som hovedområdet fant med andre ord en korrelasjon mellom provins- og tidseffekter med inntekt. Likevel kan resultater fra studier variere, da data og år ikke er likt i alle studier. Resultatet fra Hausman-testen er derfor ikke nødvendigvis det samme selv om det geografiske område for analysen er det samme. Med bakgrunn i denne usikkerheten knyttet til RE-modell og FE-modell, vil jeg inkludere resultatene fra begge modellene. Jeg vil imidlertid basere meg på resultatene fra Hausman-testen, og med forutsetning om at studier nødvendigvis ikke er direkte sammenliknbare (Franklin & Ruth, 2012). Konklusjonen vil derfor basere seg på resultater estimert med en RE-modell for alle miljøindikatorene med unntak av miljøindikatoren vannavfall, hvor jeg vil rapportere resultater ved bruk av en FE-modell. Jeg fremstiller resultatene fra både RE og FE i tabell 5.2 og tabell 5.3. Det er imidlertid liten forskjell på estimatene, og resultatene vil være de samme uavhengig av hvilken modell som er brukt i estimeringen. Eventuelle vendepunkt vil kunne variere noe.

Det er påvist heteroskedastisitet ved å utføre Modified Wald-test. Resultater fra testen fremkommer i vedlegg 6. Jeg har også testet for seriekorrelasjon ved å utføre en Wooldrige-test. Resultatene viser tilfeller av seriekorrelasjon i datasettet. Testen påviser seriekorrelasjon for alle fem miljøindikatorene. Resultatene fra testene er lagt ved i vedlegg 6. Ved å bruke alternativet "vce(robust)" i estimeringene kontrollerer man får både heteroskedastiske restledd og seriekorrelasjon.

Jeg har inkludert en tidstrend i estimeringen, og har lagt denne til for hver provins. Tidstrenden kontrollerer for trender som er like på tvers av provinser. Tidstrenden legges til for å eliminere effekten av blant annet teknologiske fremsteg eller forbedret miljøbevissthet, som ikke er relatert til en økning i inntekt per innbygger (Lieb, 2003). Man vil også stå overfor en situasjon hvor det er endringer og utvikling i lovgivning og reguleringer om miljøutslipp i Kina. Endringer i lovgivning vil kunne påvirke alle provinser likt, noe som fører til at samme effekt vil oppstå for alle provinser. Ved å inkludere en tidstrend i estimeringen kan man justere for denne effekten.

Resultatene fra analysen er oppsummert i tabell 5.2 og tabell 5.3. Hver tabell beskriver resultater fra 5 ulike regresjoner. I tabell 5.2 er det brukt en RE-modell, og i tabell 5.3 er det brukt en FE-modell. Her er de fem forskjellige miljøindikatorne inkludert som avhengige variabel. Inntekt per innbygger er forklaringsvariabel, inkludert i både kvadratisk og kubisk form. Ingen kontrollvariabler er inkludert i denne omgang, dette for å teste det grunnleggende forholdet mellom økonomisk vekst og forurensing. Kontrollvariabler blir inkludert i estimeringen senere, og resultatet fra dette er rapportert i delkapittel 5.1.1.

Å tolke resultater ved bruk av logaritmer er annerledes enn å tolke resultater fra regresjonen uten bruk av logaritmer. Jeg har utført en log-log modell, som betyr at både avhengig variabel og forklaringsvariabler er transformert til logaritmer. Hvis vi endrer BRP med én prosent, forventer man da at miljøindikator endrer seg med β_1 -prosent. I resultatene er BRP oppgitt som faktisk Yuan per innbygger (i 1997-priser). Miljøindikatorne er oppgitt som kilo utslipp per innbygger.

Tabell 5.2 Resultater fra estimering av 5 miljøindikatorer ved bruk av **RE-modell**

VARIABLER	(1) LOG Svoveldioksid	(2) LOG Sot	(3) LOG Støv	(4) LOG Fast avfall	(5) LOG Vannavfall
LOG Reelt BRP per innbygger	-50,05709*** (13,59425)	-51,96605*** (13,53612)	-62,32954*** (15,81518)	-31,18582 (19,43128)	-73,45967*** (15,76899)
LOG Reelt BRP per innbygger ²	5,54405*** (1,46156)	5,57664*** (1,43635)	6,87743*** (1,63420)	3,40577* (2,04944)	7,89732*** (1,67744)
LOG Reelt BRP per innbygger ³	-0,20337*** (0,05255)	-0,20000*** (0,05087)	-0,25332*** (0,05596)	-0,12117* (0,07225)	-0,28035*** (0,05976)
Tidstrend	0,02041 (0,02777)	-0,00089 (0,03534)	-0,01797 (0,02548)	0,01687 (0,02475)	-0,04467* (0,02307)
Observasjoner	434	434	433	433	434
Antall provinser	31	31	31	31	31
RE	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Robust	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Robuste standardfeil i parentes

*** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

Tabell 5.3 Resultater fra estimering av 5 miljøindikatorer ved bruk av **FE-modell**

VARIABLER	(1) LOG Svoveldioksid	(2) LOG Sot	(3) LOG Støv	(4) LOG Fast avfall	(5) LOG Vannavfall
LOG Reelt BRP per innbygger	-52.21665*** (13.28473)	-56.43166*** (14.16617)	-68.71247*** (18.15234)	-27.93302 (19.02875)	-78.68330*** (16.66178)
LOG Reelt BRP per innbygger ²	5.73665*** (1.43118)	6.02047*** (1.49421)	7.51358*** (1.85990)	3.07441 (2.00619)	8.41728*** (1.76072)
LOG Reelt BRP per innbygger ³	-0.20934*** (0.05171)	-0.21465*** (0.05315)	-0.27374*** (0.06391)	-0.11029 (0.07071)	-0.29807*** (0.06282)
Tidstrend	0.02905 (0.03644)	0.01643 (0.05290)	-0.00862 (0.05086)	0.03076 (0.02961)	-0.02723 (0.03453)
1998.år	0.09142** (0.03738)	0.39593*** (0.07416)	0.66663*** (0.07993)	0.10123*** (0.03600)	-0.01003 (0.06834)
1999.år	-0.00868 (0.04868)	0.25917*** (0.09278)	0.49223*** (0.09714)	0.00219 (0.03110)	0.05571 (0.04857)
2000.år	-0.00147 (0.05492)	0.22441** (0.10701)	0.30900*** (0.10119)	0.01387 (0.04967)	0.00630 (0.06038)
2001.år	-0.07878 (0.05351)	0.11591 (0.09663)	0.19647** (0.08917)	-0.03230 (0.06856)	0.03004 (0.06374)
2002.år	-0.08470 (0.06206)	0.04527 (0.09417)	0.14627 (0.08656)	-0.08004 (0.05422)	0.03614 (0.07143)
2003.år	0.05611 (0.06670)	0.10395 (0.09776)	0.39450*** (0.09940)	-0.12998*** (0.04574)	0.01950 (0.07963)
2004.år	0.11149* (0.06060)	0.23244** (0.09804)	0.37035*** (0.08137)	-0.06885 (0.05500)	0.03567 (0.07683)
2005.år	0.20699*** (0.04781)	0.26429*** (0.09185)	0.39474*** (0.07626)	-0.06837 (0.04480)	0.12512* (0.07186)
2006.år	0.20887*** (0.04353)	0.18419** (0.07955)	0.29008*** (0.06403)	-0.04251 (0.03953)	0.07757 (0.06414)
2007.år	0.15271*** (0.03657)	0.11481* (0.05663)	0.18612*** (0.05426)	-0.03109 (0.03218)	0.05827 (0.05557)
2008.år	0.05518 (0.03510)	0.02103 (0.04449)	0.05116 (0.05178)	-0.03692 (0.03122)	0.02573 (0.04682)
2009.år	-0.00668 (0.03251)	-0.04747 (0.04071)	-0.02036 (0.04354)	-0.05204** (0.02419)	0.00508 (0.03624)
2010.år	-	-	-	-	-
Observasjoner	434	434	433	433	434
R ²	0.50822	0.44009	0.59953	0.77471	0.27371
Antall provinser	31	31	31	31	31
FE	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Robust	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Robuste standardfeil i parentes
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Med bakgrunn i estimeringene fra tabell 5.2 og 5.3 har jeg funnet at det eksisterer kurver med invertert N-formet kurve på provinsnivå i Kina i årene 1997-2010. En invertert N-formet kurve er illustrert i figur 4.1, i bilde nummer 7. Jeg rapporterer resultater ved estimering av RE-modell for fire av fem miljøindikatorer. Jeg rapporterer resultat fra en FE-modell for miljøindikator vannavfall, med hensyn til Hausman-testen fra tabell 5.1. For alle miljøindikatorer, med unntak av fast avfall er resultatene signifikante med 1 % nivå. For miljøindikator fast avfall er resultatet signifikant ved 10 % nivå for BRP inkludert som kvadratiske og kubiske form. Kurvens form og signifikans er oppsummert i tabell 5.4.

Tabell 5.4 Estimert fasong på kurven for de ulike miljøindikatorer

<i>Miljøindikator</i>	<i>Form</i>	<i>Signifikans</i>
Svoveldioksid	Invertert N-formet kurve	1 % signifikant
Sot	Invertert N-formet kurve	1 % signifikant
Støv	Invertert N-formet kurve	1 % signifikant
Fast avfall	Invertert N-formet kurve	10 % signifikant
Vann avfall	Invertert N-formet kurve	1 % signifikant

Med bakgrunn i de estimerte resultatene må jeg avkrefte hypotesen om eksistens av miljø-Kuznets-kurver for de fem estimerte miljøindikatorer i denne oppgaven. Kurvene for de estimerte miljøindikatorer viste ikke form som en invertert U-kurve, men derimot fant jeg at alle miljøindikatorer viser til signifikante resultater om eksistensen av en invertert N-formet kurve.

5.1.1 Kontrollvariabler

I tillegg til de utførte regresjonsanalysene med inntekt per innbygger som eneste forklaringsvariabel, har jeg også foretatt regresjonsanalyser for de fem ulike miljøindikatorer med kontrollvariabler. Jeg har gjort regresjoner hvor jeg har inkludert alle tre kontrollvariablene samtidig. Kontrollvariablene som er inkludert er befolkningstetthet, andel sysselsatte og BRP som kommer av sekundærnæringen. Jeg har transformert disse variablene til logaritmer. Empiriske resultater hvor alle kontrollvariablene er inkludert er oppgitt i tabell 5.5 og 5.6. Forventninger til hvilket fortegn kontrollvariablene vil ta i ligningen, og bakgrunner for dette fremkommer i avsnitt 4.3.2.

Tabell 5.5 Resultater fra estimering av miljøindikator med kontrollvariabler, **RE-modell**

VARIABLER	(1) LOG Svoveldioksid	(2) LOG Sot	(3) LOG Støv	(4) LOG Fast avfall	(5) LOG Vannavfall
LOG Reelt BRP per innbygger	-49.37589*** (12.74533)	-50.56739*** (13.82002)	-61.65399*** (17.90179)	-27.62249 (19.26662)	-74.30916*** (15.81417)
LOG Reelt BRP per innbygger ²	5.42901*** (1.35371)	5.39720*** (1.45365)	6.78581*** (1.84819)	2.96874 (2.02527)	7.96880*** (1.67193)
LOG Reelt BRP per innbygger ³	-0.19941*** (0.04830)	-0.19360*** (0.05126)	-0.24999*** (0.06361)	-0.10532 (0.07102)	-0.28308*** (0.05924)
LOG Andel sysselsatte	-0.04247 (0.10468)	-0.06248 (0.07901)	-0.09885 (0.09735)	0.02261 (0.07306)	-0.05849 (0.09696)
LOG Befolkningstetthet	0.03861 (0.17605)	-0.03956 (0.17304)	-0.02781 (0.16324)	-0.22589 (0.19501)	0.09133 (0.06935)
LOG Sekundærnæring	0.40785** (0.19213)	0.28438** (0.13685)	0.17651 (0.13427)	0.41209** (0.19768)	0.18742 (0.11753)
Tidstrend	0.01502 (0.02844)	-0.00704 (0.03641)	-0.02194 (0.03124)	0.01358 (0.02271)	-0.04330* (0.02407)
Observasjoner	434	434	433	433	434
Antall provinser	31	31	31	31	31
RE	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Robust	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Robuste standardfeil i parentes
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabell 5.6 Resultater fra estimering av miljøindikator med kontrollvariabler, **FE-modell**

VARIABLER	(1) LOG Svoveldioksid	(2) LOG Sot	(3) LOG Støv	(4) LOG Fast avfall	(5) LOG Vannavfall
LOG Reelt BRP per innbygger	-45.34128*** (11.38419)	-49.93541*** (13.92979)	-60.64891*** (17.46929)	-14.89282 (16.66444)	-72.87802*** (15.62919)
LOG Reelt BRP per innbygger ²	4.88575*** (1.22061)	5.22506*** (1.47430)	6.57987*** (1.82885)	1.51226 (1.75748)	7.67505*** (1.66311)
LOG Reelt BRP per innbygger ³	-0.17769*** (0.04398)	-0.18500*** (0.05238)	-0.23860*** (0.06394)	-0.05182 (0.06187)	-0.27061*** (0.05888)
LOG Andel sysselsatte	-0.02319 (0.10530)	0.04575 (0.06205)	-0.00690 (0.08038)	0.00404 (0.07367)	-0.01142 (0.08666)
LOG Befolkningstetthet	-0.81674 (0.79375)	-0.77198 (0.83354)	-1.12885 (1.16014)	-1.68109* (0.86278)	-0.62009 (1.31008)

LOG	0.60017*	0.47170	0.01601	0.57721*	0.76110*
Sekundærnæring	(0.34158)	(0.35079)	(0.33655)	(0.32632)	(0.42287)
Tidstrend	0.03652	0.02517	0.01457	0.05660*	-0.02637
	(0.03855)	(0.05298)	(0.05727)	(0.03019)	(0.04532)
1998.år	0.09377**	0.40115***	0.66686***	0.10530***	-0.00629
	(0.03675)	(0.07267)	(0.08166)	(0.03494)	(0.06812)
1999.år	-0.00171	0.26808***	0.48850***	0.00770	0.06696
	(0.04802)	(0.09186)	(0.10333)	(0.03307)	(0.04329)
2000.år	0.00193	0.23365**	0.31908***	0.02645	0.00817
	(0.05520)	(0.10471)	(0.10461)	(0.05242)	(0.05253)
2001.år	-0.04998	0.14484	0.20208*	0.00223	0.06614
	(0.05271)	(0.09428)	(0.10138)	(0.06779)	(0.04279)
2002.år	-0.05030	0.07827	0.15332	-0.03928	0.07874
	(0.06252)	(0.08769)	(0.09990)	(0.05451)	(0.04690)
2003.år	0.07368	0.12374	0.40387***	-0.10332**	0.03964
	(0.06455)	(0.09197)	(0.10731)	(0.04586)	(0.06011)
2004.år	0.13918**	0.26518**	0.38568***	-0.02598	0.06768
	(0.06225)	(0.09706)	(0.09480)	(0.05647)	(0.06284)
2005.år	0.22767***	0.28467***	0.40249***	-0.04089	0.14944**
	(0.04778)	(0.08852)	(0.08415)	(0.04344)	(0.05872)
2006.år	0.21439***	0.18943**	0.29855***	-0.03036	0.08144
	(0.04078)	(0.07549)	(0.06884)	(0.04091)	(0.05573)
2007.år	0.15448***	0.12242**	0.19284***	-0.02123	0.05932
	(0.03532)	(0.05641)	(0.06091)	(0.03151)	(0.05330)
2008.år	0.04957	0.01849	0.05498	-0.03834	0.01745
	(0.03274)	(0.04419)	(0.05582)	(0.02953)	(0.04865)
2009.år	0.01424	-0.02923	-0.01147	-0.02473	0.02867
	(0.03361)	(0.03817)	(0.04634)	(0.02435)	(0.02824)
2010.år	-	-	-	-	-
Observasjoner	434	434	433	433	434
R ²	0.53026	0.44978	0.60476	0.78892	0.31205
Antall provinser	31	31	31	31	31
FE	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Robust	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Robuste standardfeil i parentes

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Befolkningstetthet har negativt fortegn for miljøindikatorerne sot, støv, fast avfall og vannavfall. Men befolkningstetthet har positivt fortegn for svoveldioksid. Resultatene er ikke signifikante. Resultatene for kontrollvariabel andel sysselsetting inngår i ligningen med negativt fortegn for svoveldioksid, sot, støv og vannavfall. Fast avfall har positivt fortegn for denne kontrollvariabelen. Resultatene for kontrollvariabelen sysselsetting er på samme måte som svoveldioksid ikke signifikant, man kan derfor ikke si noe om effekten er forskjellig fra null. Estimert fortegn for kontrollvariabel BRP som kommer av sekundærnæringen i provinsene inngår med positivt fortegn for alle miljøindikatorer. Resultatene er signifikante for svoveldioksid, sot og fast avfall på 5 % nivå, og signifikant på 10 % nivå for vannavfall.

I avsnitt 4.3.2 har jeg gått igjennom hvilket fortegn man kan forvente for kontrollvariablene. I korte trekk gir estimeringene blandende resultater, da noen av kontrollvariablene beveger seg i forventet retning, mens andre gjør ikke. Resultatet for befolkningstetthet kan forventes å både være negativ og positiv, noe jeg også finner. Med en høyere befolkningstetthet kan man forvente flere mennesker som bidrar til utslipp av miljøindikatorer, og en forurensing som øker. Det er likevel å forvente at befolkningstetthet også kan inngå med et negativt fortegn, da transport og energibehov vil være mindre hvor mennesker bor tett sammen. Resultatene er ikke signifikante. For kontrollvariabel andel sysselsatte, beveger de estimerte resultatene seg i strid mot hva man skulle forvente, med unntak av fast avfall. Man forventer en positiv assosiasjon med andel sysselsatte og forurensing. Setter man flere faktorer i produksjon, er det forventet at flere og større miljøutslipp vil følge av det. For miljøindikatoren fast avfall har andels sysselsetting et positivt fortegn, men for de resterende miljøindikatorer inngår kontrollvariablene med et negativt fortegn. Dette er med andre ord ikke tilfelle i provinser i Kina for de estimerte årene. Jeg har sjekket om multikollinearitet med inntektsbegrepet i analysen kan være en forklaring på dette resultatet. Multikollinearitet kan oppstå om det er en korrelasjon mellom forklaringsvariabler i en regresjonsmodell. Dette viser seg å ikke være tilfelle. Estimaterne er inkludert i vedlegg 12. For den siste kontrollvariabelen, BNP som kommer fra sekundærnæringen, er det å forvente at sekundærnæringen vil inngå i modellen med positivt fortegn. Hvis sekundærnæringen vokser kan man forvente større miljøutslipp, fordi antall fabrikker og produksjoner øker. Jeg estimerer at dette er tilfelle for alle miljøindikatorer, og resultatet er signifikant for svoveldioksid, sot, fast avfall og vannavfall. Ved å inkludere kontrollvariabler i modellen endres ikke fasong på kurvene estimert i hovedanalysen. Resultatene for fast avfall mister sin signifikans, og vendepunktene økes drastisk for miljøindikatorer.¹ Resultatene for kontrollvariablene er ikke signifikante for de fleste estimatene, og å inkludere dem endrer ikke hovedresultatene.

5.1.2 Modell på kvadratisk eller kubisk form

I litteraturen er det flere studier som argumenterer for å ekskludere det kubiske uttrykket fra modellen. Det vil si at de ikke inkluderer BNP per innbygger opphøyd i tredje, som presentert i ligning (4.1). Det argumenteres for ulike grunner til at denne variabelen blir utelatt fra modellen. Shen & Hashimoto (2004) og Shen (2006) ekskluderer den kubiske variabelen dersom den viser seg å ikke være signifikant forskjellig fra null. Stern (2004) argumenter for

¹ Vendepunkter ved kontrollvariabler. Svoveldioksid: 2780,05 Yuan og 60909,54 Yuan. Sot: 2812,54 Yuan og 98 972,99 Yuan. Støv: 2800,80 Yuan og 43193,81 Yuan. Fast avfall: 1 530,47 og 362 217,45 Yuan. Vannavfall 0 Yuan og 44,20 Yuan. (Alle tall i 1997 priser).

at det å inkludere den kubiske variabelen i modellen er kun en polynom tilnærming til en logaritmisk kurve. Selv om han hevder at dette er den metoden som stammer fra originalstudien fra Grossman og Krueger i 1991, fremmer Stern at den standardiserte miljø-Kuznets-kurven ikke inkluderer dette uttrykket. Jayanthakumaran & Liu (2011) ekskluderer den kubiske variabelen fra modellen for å kunne kalkulere kurvens vendepunkt ved hjelp av estimatene β_1 og β_2 , og estimerer derfor ikke verdier for β_3 . Ved å ikke inkludere den kubiske variabelen i modellen kan ikke kurven ta fasong som en N-kurve eller invertert N-kurve. Inkluderer man dette uttrykket får man ofte en kurve med to vendepunkt, som tar fasong som en N-form eller invertert N-formet kurve. Om dette er en korrekt måte økonometrisk kan diskuteres, da det ikke er en vanlig prosedyre å utelate variabler med bakgrunn i at de ikke er signifikante. Det er ikke bra å utelate variabler utelukkende basert på dette argumentet.

Mine resultater viser seg å være signifikant forskjellig fra null på 1 % nivå. Å ekskludere denne variabelen fra modellen vil derfor ikke være riktig ifølge argumentet til Shen & Hashimoto (2004) og Shen (2006). Jeg ser likevel at mine resultater ikke samsvarer med tidligere analyser gjort med Kina som hovedområdet. Studiene til Shen & Hashimoto (2004) Shen (2006), Song, Zheng & Tong (2008) og Jayanthakumaran og Liu (2011) estimerer alle invertert U-kurver for Kina. Dette er studier hvor flere ekskluderer den kubiske variabelen fra modellen. For å teste hva dette innebærer for mine resultater har jeg derfor utelatt den kubiske termen. Resultatet fra denne estimeringen er presentert i tabell 5.7 og 5.8.

Tabell 5.7 Estimering av miljø-Kuznets-kurver ved å ekskludere kubisk variabel, **RE-modell**

RIABLER	(1) LOG Svoveldioksid	(2) LOG Sot	(3) LOG Støv	(4) LOG Fast avfall	(5) LOG Vannavfall
LOG Reelt BRP per innbygger	4,39469*** (1,61903)	1,56877 (1,60168)	5,40933*** (2,00103)	1,25616 (1,39070)	1,54460 (2,21480)
LOG Reelt BRP per innbygger ²	-0,22085*** (0,08164)	-0,09340 (0,08419)	-0,30556*** (0,10575)	-0,02913 (0,07428)	-0,05205 (0,11877)
Tidstrend	-0,00314 (0,03022)	-0,02105 (0,03642)	-0,03269 (0,02643)	0,00324 (0,02406)	-0,06542*** (0,02272)
Observasjoner	434	434	433	433	434
Antall provinser	31	31	31	31	31
RE	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Robust	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Robuste standardfeil i parentes
 *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

Tabell 5.8 Estimering av miljø-Kuznets-kurver ved å ekskludere kubisk variabel, FE-modell

VARIABLES	(1) LOG Svoveldioksid	(2) LOG Sot	(3) LOG Støv	(4) LOG Fast avfall	(5) LOG Vannavfall
LOG Reelt BRP per innbygger	3.95356** (1.76011)	1.16238 (1.86433)	4.74284** (2.25655)	1.65997 (1.47841)	1.29412 (2.57764)
LOG Reelt BRP per innbygger ²	-0.20471** (0.09171)	-0.07150 (0.10081)	-0.25578** (0.11495)	-0.05571 (0.08072)	-0.04227 (0.13751)
Tidstrend	0.00531 (0.04054)	-0.00791 (0.05386)	-0.03991 (0.05150)	0.01827 (0.02986)	-0.06104* (0.03341)
1998.år	0.08002** (0.03828)	0.38424*** (0.07757)	0.65179*** (0.08627)	0.09522** (0.03948)	-0.02627 (0.06753)
1999.år	-0.02506 (0.05077)	0.24237** (0.10006)	0.47097*** (0.11066)	-0.00646 (0.03643)	0.03238 (0.04850)
2000.år	-0.01972 (0.06016)	0.20569* (0.11495)	0.28538** (0.11588)	0.00459 (0.04547)	-0.01970 (0.06481)
2001.år	-0.10790* (0.06148)	0.08605 (0.10564)	0.15863 (0.10310)	-0.04768 (0.06668)	-0.01143 (0.07238)
2002.år	-0.11677 (0.07097)	0.01239 (0.10406)	0.10459 (0.10159)	-0.09697* (0.05663)	-0.00951 (0.08068)
2003.år	0.02392 (0.07341)	0.07094 (0.10698)	0.35264*** (0.11228)	-0.14698*** (0.05114)	-0.02634 (0.09203)
2004.år	0.08021 (0.06455)	0.20037* (0.10260)	0.33296*** (0.09231)	-0.08537 (0.05666)	-0.00887 (0.08844)
2005.år	0.18199*** (0.05355)	0.23866** (0.09912)	0.36216*** (0.08663)	-0.08158 (0.04941)	0.08953 (0.08307)
2006.år	0.19236*** (0.05101)	0.16725* (0.08817)	0.26856*** (0.07601)	-0.05125 (0.04414)	0.05406 (0.07498)
2007.år	0.14419*** (0.04053)	0.10608 (0.06489)	0.17502** (0.06854)	-0.03561 (0.03696)	0.04614 (0.06285)
2008.år	0.05663 (0.03663)	0.02251 (0.04845)	0.05309 (0.06123)	-0.03619 (0.03214)	0.02778 (0.04922)
2009.år	0.00335 (0.03315)	-0.03718 (0.04104)	-0.00717 (0.04656)	-0.04677* (0.02383)	0.01936 (0.03574)
2010.år	-	-	-	-	-
Observasjoner	434	434	433	433	434
R ²	0.40324	0.36277	0.53593	0.76097	0.05217
Antall provinser	31	31	31	31	31
FE	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Robust	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Robuste standardfeil i parentes
 *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

Resultatet fra tabell 5.7 og 5.8 indikerer eksistens av miljø-Kuznets-kurver for miljøindikator svoveldioksid og støv med signifikant på 1 % nivå. Det vil si at det vil være en mulig sammenheng som indikerer eksistensen av en invertert U-kurve for miljøindikatorer i Kina. For miljøindikator sot, fast avfall og vannavfall får jeg ingen signifikante resultater, men fortegnene til koeffisientene indikerer miljø-Kuznets-kurver.

Resultatene fra denne estimeringen illustrerer hvor sensitiv denne metoden er i forhold til valg av spesifikasjon. Ulike metoder kan derfor resultere i veldig ulike resultater. Gitt disse resultatene vil det å ekskludere den kubiske variabelen fra modellen være noe man kan sette spørsmålsteget ved. Det illustrerer hvorfor studier erfarer ulike resultater fra studier som ved første øyekast ser like ut. Forskjeller i økonometriske metoder har stor påvirkning på det endelige resultatet. Resultatet vil også ha implikasjoner for hvordan man tolker utviklingen, og for politiske tiltak i det aktuelle landet.

5.1.2 Estimering av miljø-Kuznets-kurvens vendepunkt

Som forklart i delkapittel 5.1 fikk jeg resultater som sier at det forekommer inverterte N-formet kurver for alle miljøindikatorer estimert i denne oppgaven. Det vil si at det estimeres en negativ β_1 - og β_3 -verdi og en positiv β_2 -verdi. Ut fra tabell 4.1 kan vi lese at dette vil gi oss en invertert N-formet kurve.

Når kurven for forurensing og økonomisk vekst har form som en miljø-Kuznets-kurve kan jeg kalkulere vendepunktet på kurven med formelen (4.3) fra forrige kapittel. Jeg står imidlertid overfor en invertert N-kurve, som vil ha to vendepunkt, et minimumspunkt og ett maksimumspunkt. Dette betyr at jeg må bruke formel (4.4) for å kalkulere vendepunktet til kurvene estimert i denne oppgaven (Plassmann & Khannan, 2003).

$$(4.4) \quad x^* = \exp\left(\frac{-\beta_2 \pm \sqrt{\beta_2^2 - 3\beta_1\beta_3}}{3\beta_3}\right)$$

Ved å bruke formel (4.4) kalkulerer jeg vendepunktene for alle fem miljøindikatorene. Dette gir resultatene presentert i tabell 5.9.

Tabell 5.9 Kalkulerte vendepunkt

<i>Miljøindikator</i>	<i>Vendepunkt</i>	
	<i>Minimum (Yuan, 1997 priser)</i>	<i>Maksimum (Yuan, 1997 priser)</i>
Svoveldioksid	4 277,12	18 267,89
Sot	0,00	34,23
Støv	0,00	36,16
Fast avfall	2 860,01	48 033,99
Vannavfall	5 593,23	26 819,11

Med utgangspunkt i utregningen over, betyr det at når inntekten per innbygger er 4 277,12 Yuan (1997 priser), passerer man det første vendepunktet, *minimumspunktet*, for miljøindikatoren svoveldioksid. Dette er når forholdet mellom utslipp av svoveldioksid per innbygger og inntekt per innbygger går over fra å ha en negativ sammenheng til en positiv sammenheng. Det vil si at kurven begynner å stige etter dette vendepunktet. Det andre vendepunktet for svoveldioksid vil oppstå når inntekt per innbygger passerer 18 267,89 Yuan (1997 priser). Dette er kurvens maksimumspunkt. Dette punktet oppstår når forholdet mellom miljøindikator per innbygger og inntekt per innbygger igjen blir negativt, og er hvor kurven igjen vil begynne å avta. For de resterende miljøindikatorerne, sot, støv, fast avfall og vannavfall, vil kurven ta samme fasong som for svoveldioksid.

Ved å se på den grafiske representasjonen av miljø-Kuznets-kurvene for miljøindikator svoveldioksid i figur 5.4, ser vi at vendepunkter vil variere for provins til provins. Kurvens fasong ser heller ikke ut til å være lik for de ulike provinsene. Det er viktig å påpeke at vendepunktet kalkulert over representerer Kina som helhet. Det er imidlertid mulig å se at noen av grafene gir en god representasjon på hva jeg har estimert for miljøindikatoren svoveldioksid. Dette er spesielt tydelig for provinsene Hebei, Jiangsu, Jilin, Liaoning, Ningxia, Shaanxi og Shandong, som viser indikasjoner på en invertert N-formet kurve, som illustrert i figur 4.1.

Man kan også sammenlikne vendepunktet med data for inntektsnivå per innbygger i de ulike provinsene. For året 2010, siste året i analysen, ser man at det er store individuelle forskjeller mellom provinsene med tanke hvor langt de har komt i den økonomiske utviklingen. Inntekt per innbygger på provinsnivå fremkommer i detaljer i vedlegg 4. Jeg sammenlikner inntektsnivå per innbygger i år 2010 med vendepunktet kalkulert i utregningen over. Alle provinsene har nådd det estimerte minimumspunktet for alle miljøindikatorer, analysen vil derfor fokusere på det estimerte maksimumspunktet. For miljøindikatoren svoveldioksid har de fleste provinsene i år 2010 passert det estimerte maksimumspunktet. Dette er likevel ikke

tilfelle for provinsen Anhui, Gansu, Guangxi, Guizhou, Jiangxi, Sichuan, Tibet og Yunnan. For miljøindikator støv og sot har alle provinser passert kurvens maksimumspunkt som er estimert til henholdsvis på 34,23 og 36,16 Yuan per innbygger. For miljøindikator fast avfall er kurvens estimerte maksimumspunkt på 48 033 Yuan. Dette er passert av provinsene Beijing, Shanghai og Tianjin i 2010, som er de tre provinsene i landet som har opplevd høyest økonomisk vekst de siste tiår. For miljøindikatoren vannavfall har jeg estimert et maksimumspunkt på 26 819,11 Yuan. Dette er passert av provinsene Beijing, Fujian, Guangdong, Inner Mongolia, Jiangsu, Liaoning, Shandong, Shanghai, Tianjin og Zhejiang. En grafisk illustrasjon av de ulike provinsenes miljø-Kuznets-kurver for miljøindikator svoveldioksid finnes i figur 5.4. For de resterende miljøindikatorerne er samme figur inkludert som vedlegg 7-10.

En illustrasjon av provinser som har nådd det kalkulerte vendepunktet for svoveldioksid, fast avfall og vannavfall er illustrert i figur 5.1 – 5.3. Kartet er hentet fra Wikipedia, og jeg har brukt programvaren Photoshop til å markere de ulike fargene på kartet.inntekt per innbygger for Kina som helhet var i 2010 på 24 714 Yuan per innbygger (1997 priser). Dette betyr at som helhet har landet passert det siste vendepunktet (maksimumspunktet) på kurven for svoveldioksid, sot og støv, som er estimert til henholdsvis 18 267,89 Yuan, 34,23 Yuan og 36,16 Yuan (1997 priser). Det er likevel store individuelle forskjeller innad i de ulike provinsene. For miljøindikatorerne fast avfall og vannavfall, har ikke Kina totalt sett passert det estimerte vendepunktet. Det er likevel enkelte provinser i landet som har passert kurvens maksimumspunkt. I figur 5.1 – 5.3 er provinsene som er markert med grønn farge, de provinser som har passert det estimerte maksimumspunktet, eller det såkalte vendepunktet i 2010. Provinsene markert med blå farge er provinser som er nær det kalkulerte vendepunktet, men har igjen å passere det. De resterende provinsene som verken har passert vendepunktet, eller nærmer seg det, er markert med gul. Provinser som har passert vendepunktet for svoveldioksid er stort sett alle de store provinsene i landet, med unntak av noen innlandsprovinser. Dette er illustrert i figur 5.1. For miljøindikator sot og støv har jeg utelatt en illustrasjon av provinser som har passert det siste estimerte maksimumspunktet. Dette er estimert til henholdsvis 34,23 og 36,16 Yuan per innbygger. En illustrasjon er utelatt da alle provinsene har passert dette vendepunktet. For miljøindikator fast avfall er det tre provinser som har passert det kalkulerte vendepunktet, da dette vendepunktet er mye høyere enn for de andre miljøindikatorerne. Dette gjenspeiler også at Kina har større problemer med å redusere utslipp av fast avfall enn andre miljøavfall. For miljøindikatoren vannavfall har de store

industrielle kystbyene passert maksimumspunktet på 26 819,11 Yuan. Flere provinser lengre inn i landet er i ferd med å passere dette, indikert av provinser markert med blå i figur 5.3.

Fra figur 5.1 - 5.3 ser vi klare mønster i lokaliseringen av de ulike provinsene. Kystprovinsene i Kina har et høyere inntektsnivå per innbygger enn provinser i resten av landet. Dette indikerer en raskere utvikling i disse provinsene. Provinsene som har passert de kalkulerede maksimumspunktene for miljøindikatorerne viser høy økonomisk vekst, og kan ha vært på den nedadgående delen av kurven i lang tid.

Ved å se på datasettet for forurensingsutslipp ser vi at kystprovinsene har redusert i sine forurensingsutslipp mer enn resten av landet. Utslipp av svoveldioksid på provinsnivå er representert i vedlegg. Beijing, Shandong og Shanghai er gode eksempler på provinser hvor utslipp av svoveldioksid har gått ned. I løpet av årene 1997 til 2010 har Beijing redusert totale utslipp fra 210 000 tonn i 1997 til 57 000 tonn i 2010. Utslipp per innbygger var i 1997 17 kg, mens i 2010 er dette redusert til 2,9 kg per innbygger. For Shandong er totale utslipp redusert fra 1 496 000 tonn i 1997 til 1 383 000 tonn i 2010, noe som betyr en reduksjon fra 17 kg per innbygger til 14 kg per innbygger i årene 1997-2010. Shanghai har redusert utslippene fra 400 000 tonn i 1997 til 221 000 tonn i 2010. Dette representerer en nedgang fra 27,5 kg per innbygger i 1997 til 9,6 kg per innbygger i 2010. For de fattige provinsene i landet ser vi motsatt trend. I 1997 hadde Gansu et utslipp på 357 000 tonn svoveldioksid, tilsvarende 14 kg per innbygger i provinsen. I året 2010 har dette steget til å være 452 000 tonn, altså 17,6 kg per innbygger. For Yunnan er utslipp av svoveldioksid steget fra 270 000 tonn i 1997, til å være 440 000 tonn i 2010, som svarer til 6,6 kg per innbygger i 1997 og 9 kg per innbygger i 2010.



Figur 5.1 Proviser som har nådd det kalkulerede maksimumspunktet for miljøindikatoren svoveldioksid. Grønn: passert maksimumspunkt for svoveldioksid, blå: nærmer seg maksimumspunktet, gul: er ikke i nærheten av vendepunktet.



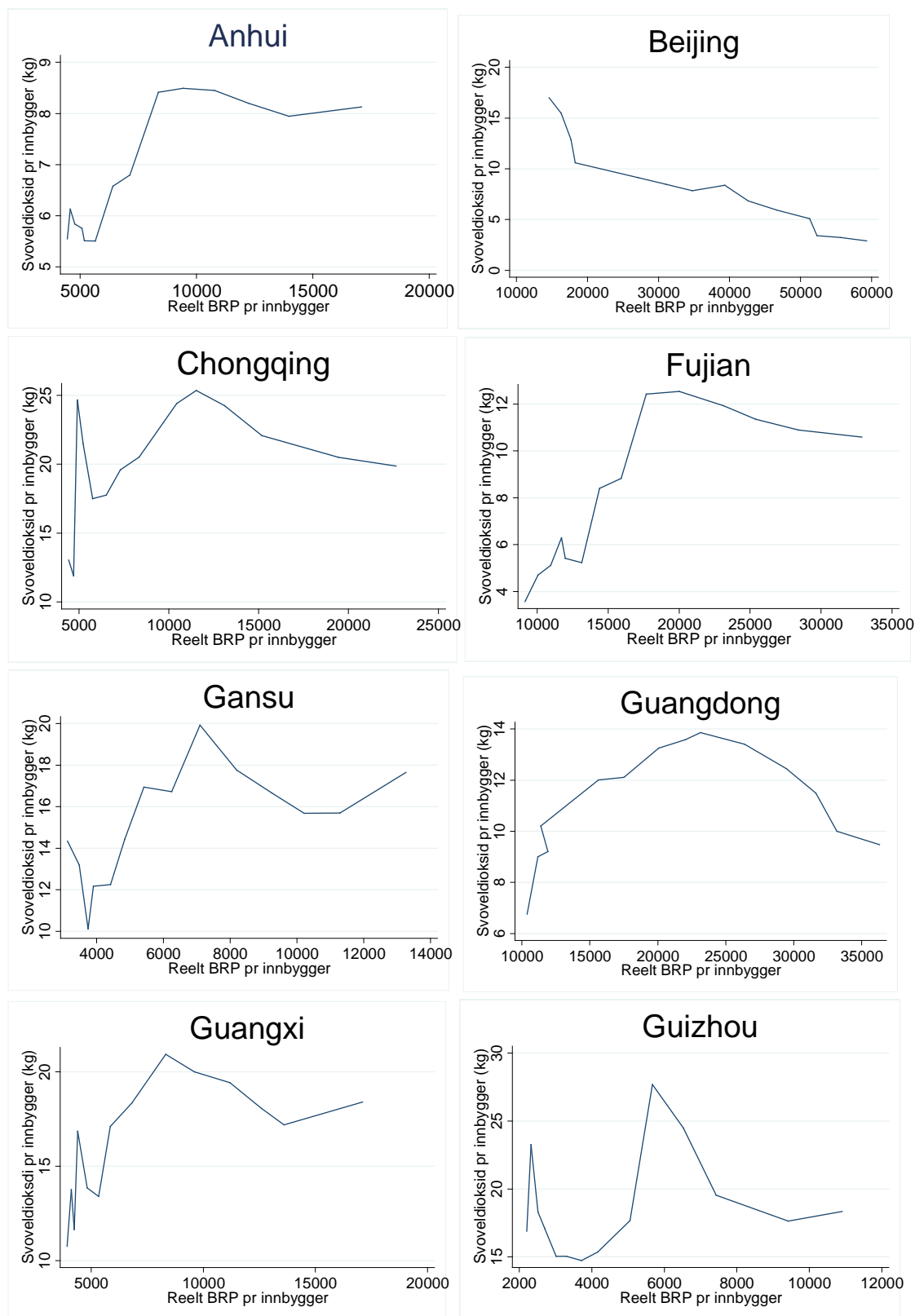
Figur 5.2 Proviser som har nådd det kalkulerede maksimumspunktet for miljøindikatoren fast avfall. Grønn: passert maksimumspunkt for fast avfall, blå: nærmer seg maksimumspunktet, gul: er ikke i nærheten av vendepunktet.

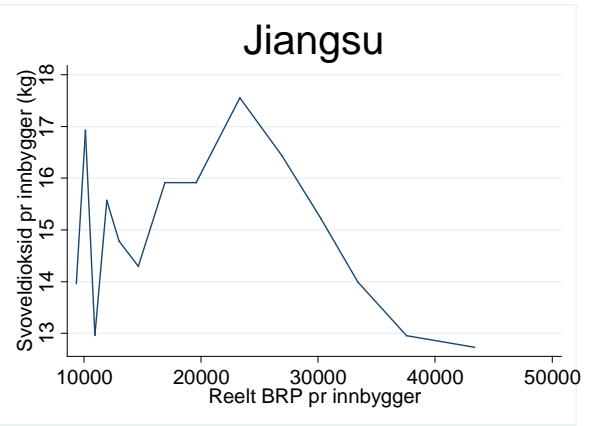
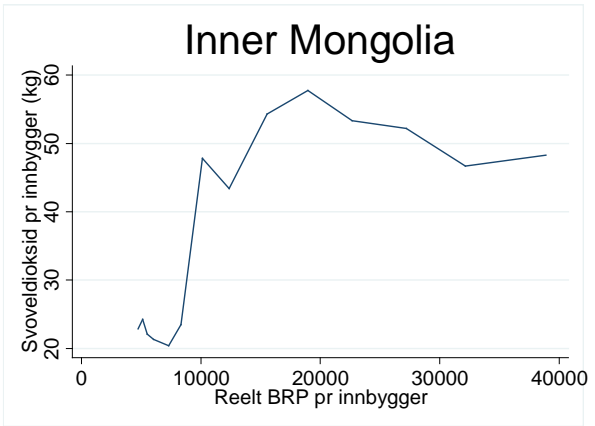
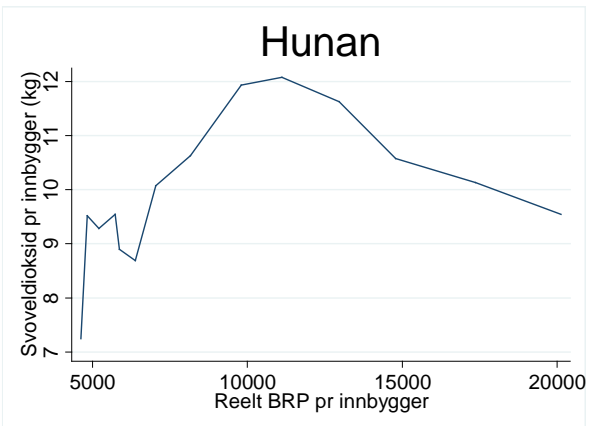
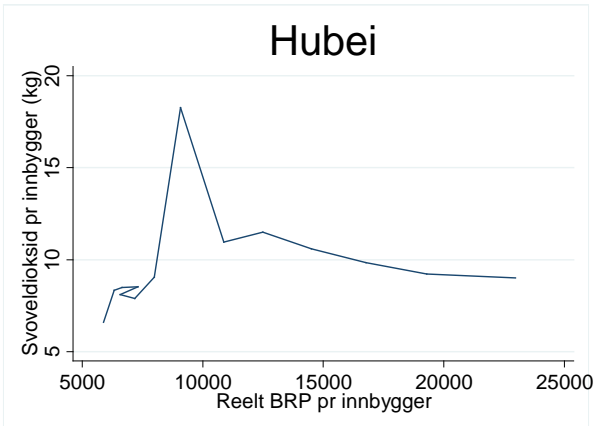
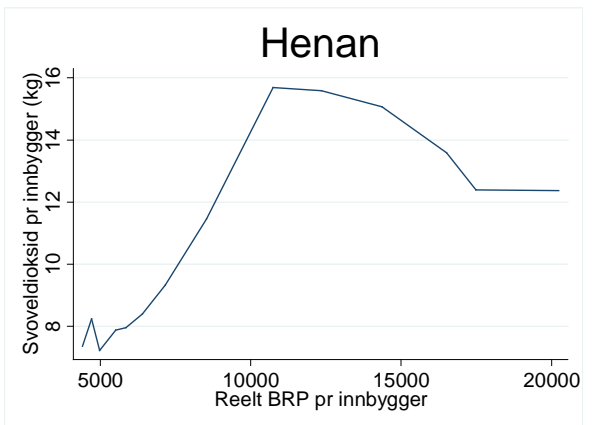
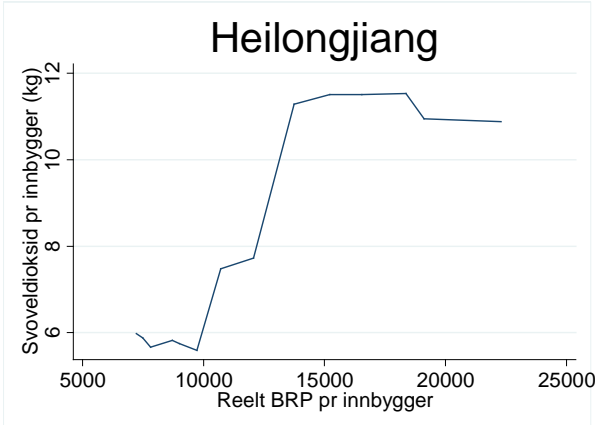
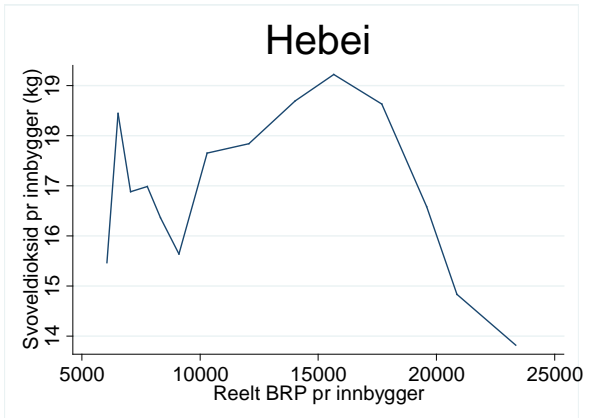
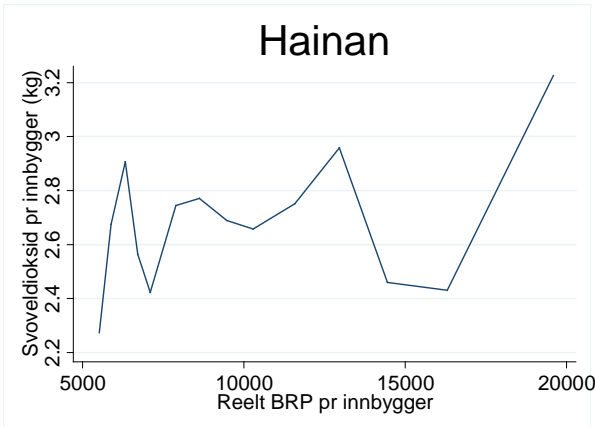


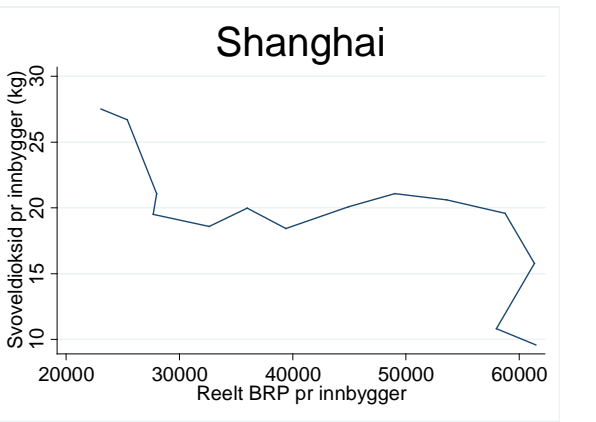
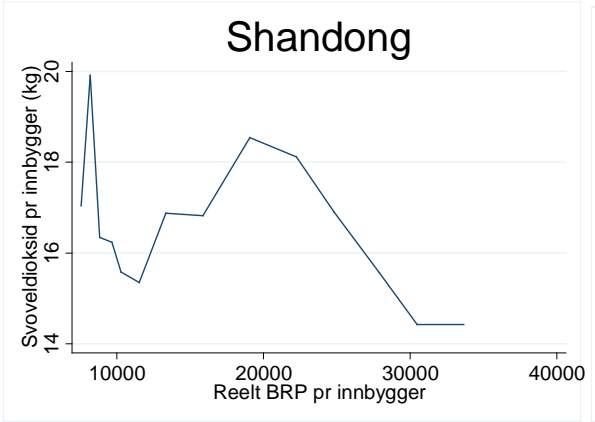
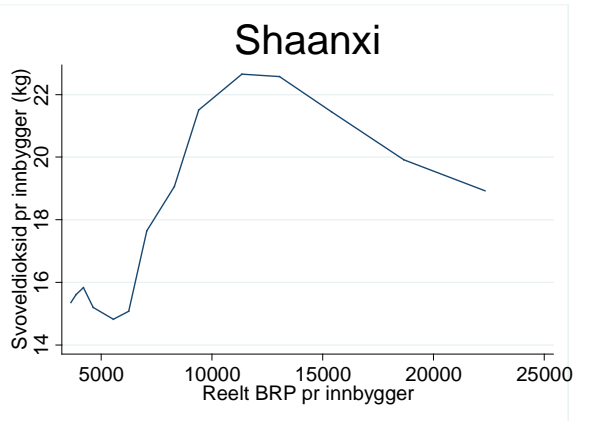
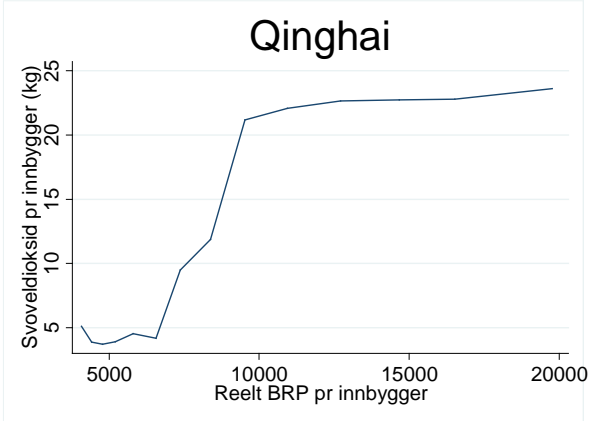
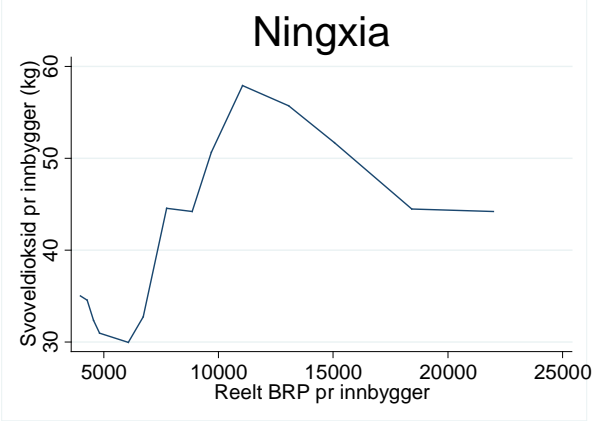
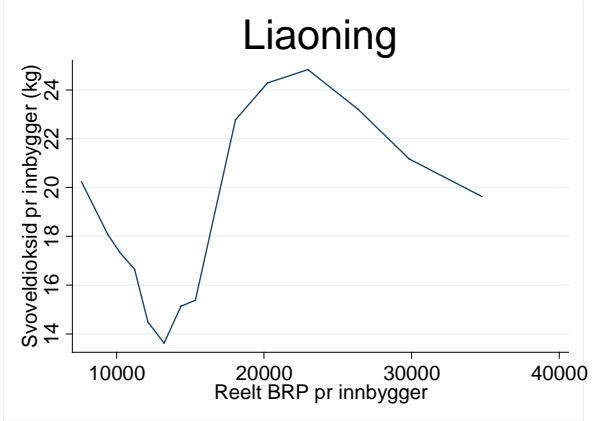
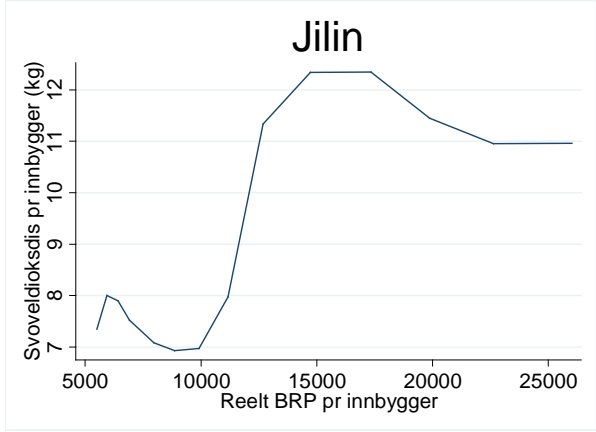
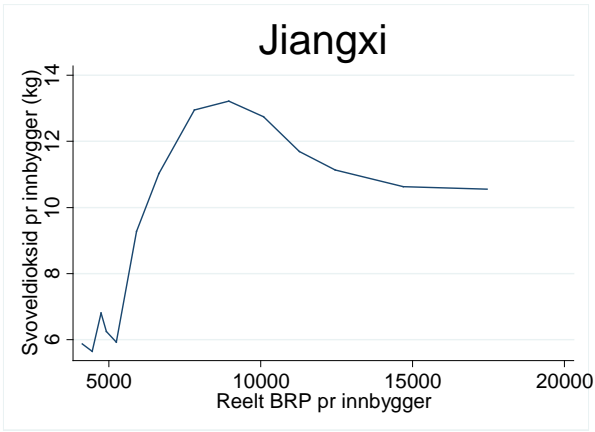
Figur 5.3 Proviser som har nådd det kalkulerede maksimumspunktet for miljøindikatoren vannayfall. Grønn: passert maksimumspunkt for vannayfall, blå: nærmer seg maksimumspunktet, gul: er ikke i nærheten av vendepunktet.

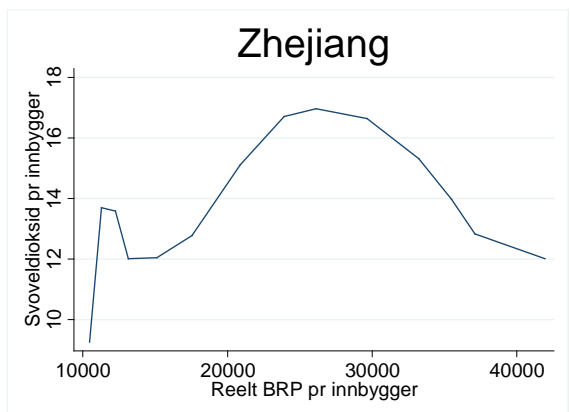
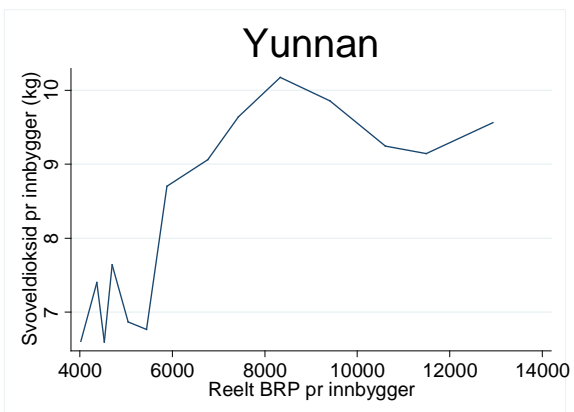
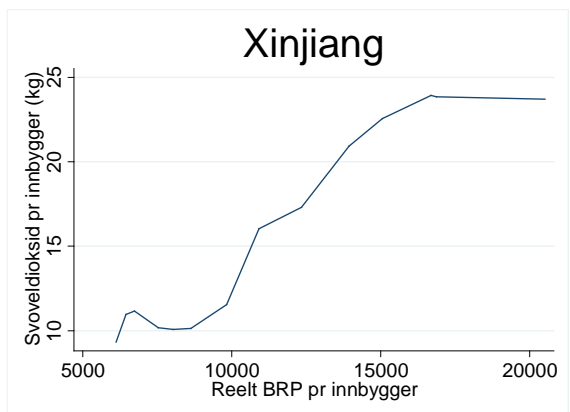
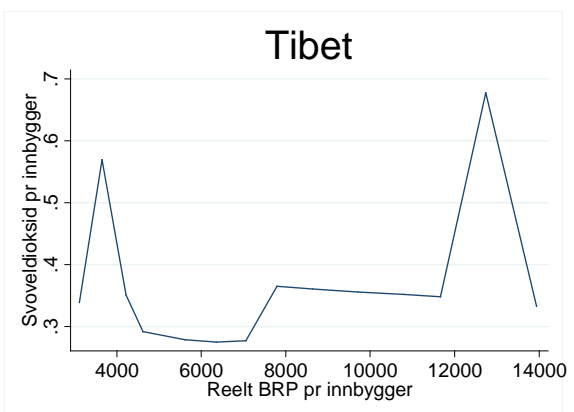
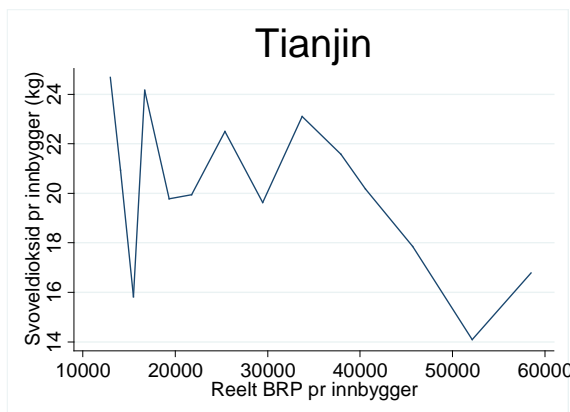
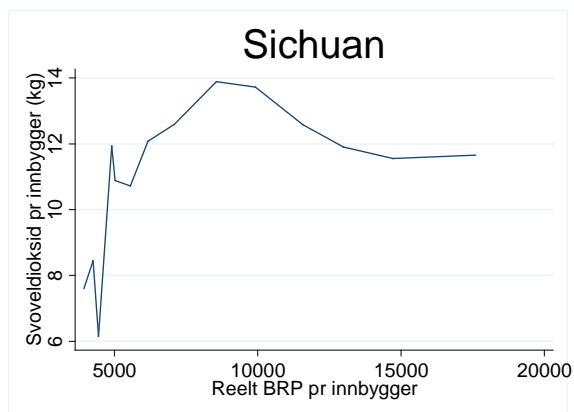
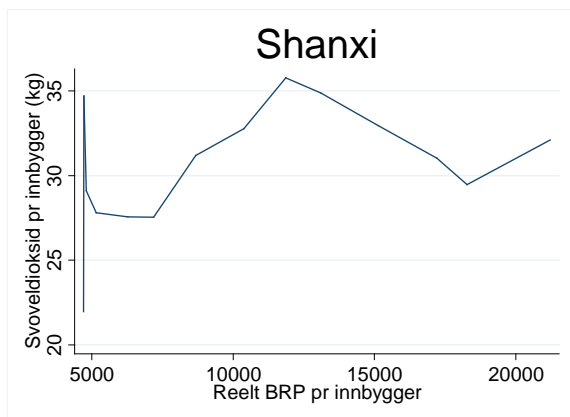
5.1.3 Grafisk fremstilling av miljø-Kuznets-kurver på provinsnivå

Figur 5.4 Grafisk fremstilling av forholdet mellom utslipp av miljøindikator svoveldioksid og BRP per innbygger for de 31 ulike provinsene i Kina.









Kilde: China Statistical Yearbook 1997-2010

5.1.4 Ulikheter på provinsnivå

Jeg har sammenliknet alle provinsenes gjennomsnittlige BRP per innbygger med landets gjennomsnittlige BNP per innbygger i årene 1997-2010 (China Statistical Yearbook 2010). Ved å gjøre dette er det mulig å kartlegge hvor stor vekst det er i de ulike provinsene basert på hele landets totale vekst. Det er ikke tvil om at det er enkelte regioner som skiller seg ut. Her brukes BNP per innbygger som et mål på landet gjennomsnittlige inntekt. Jeg fremstiller dette som et kart i figur 5.5. Kartet er hentet fra Wikipedia og jeg har brukt Photoshop til å markere de ulike fargene på kartet, på samme måte som i figur 5.1- 5.3. Provinsene merket med grønn er de provinsene som har høyere vekst enn det gjennomsnittlige målet for hele landet. Provinsene merket med blå er provinser som ligger og vipper over eller under det nasjonale målet. Provinsene som er merket med gul er provinser som har BRP per innbygger som er lavere enn det nasjonale målet. Jeg har valgt å kategorisere disse provinsene som provinser med høy, medium og lav økonomisk vekst. Kystbyene er helt klart ledende når det kommer til økonomisk aktivitet, og er store bidragsyttere til å holde det nasjonale målet på BNP per innbygger så høyt som det er. I Shanghai og Beijing er eksempelvis gjennomsnittlig BRP per innbygger henholdsvis 3,3 og 2,8 ganger så høyt som gjennomsnittlig BNP for samme tidsperiode (1997-2010). Dette kan indikere at BNP per innbygger er et misvisende mål på inntekt per innbygger for største deler av landet. Guizhou er provinsen med lavest gjennomsnittlig BRP i årene 1997-2010, og er bare en tredjedel av gjennomsnittlig BNP. Disse forskjellene i økonomisk aktivitet har også betydning for andre aspekter. En høyere økonomisk aktivitet fører også til høyere forurensing. Forurensingen viser seg å være høyere i urbane områder enn rurale. Her er befolkningstettheten høyere, som også bidrar til flere biler på veiene, og som gir høyre miljøutslipp. I provinser med lav økonomisk vekst, er fabrikkene færre, menneskene bor mer spredt, og befolkningen er fattigere. Det spiller selvfølgelig også en rolle at mennesker ikke har råd til å kjøpe seg biler, og jobbene består ofte i å dyrke jorden. Man ser helt klart et mønster mellom kystprovinsene som opplever høy økonomisk vekst, og provinser lokalisert i innlandet Kina, hvor veksten er medium til lav. Forskjellen består blant annet av økonomisk aktivitet, forurensing, befolkningstetthet og miljø. En tabell med utslipp av svoveldioksid for de ulike provinsene er lagt ved oppgaven i vedlegg 3. Tall over befolkningstetthet og den økonomiske aktiviteten i provinsene finnes i vedlegg 4 og 5.



Figur 5.5 Økonomisk vekst på provinsnivå (1997-2010). Grønn: høy økonomisk aktivitet, blå: medium økonomisk aktivitet og gul: lav økonomisk aktivitet.

5.1.5 Svakheter ved estimering av modellen

Ved estimering av miljø-Kuznets-kurver i denne oppgaven, er det flere svakheter som nøye må vurderes. Dette er spesielt svakheter i forbindelse med den økonometriske fremgangsmåten. I estimeringen har jeg korrigert for heteroskedastiske restledd og seriekorrelasjon ved å bruke alternativet "vce(robust)" i mine regresjonsmodeller. Alternativet korrigerer for både tilfeller av heteroskedastiske restledd og seriekorrelasjon. Ved bruk av en FE-modell kan man ha problemer med utelatte variabler av modellen, og i slikt tilfelle vil ikke minste kvadraters metode lenger være forventingsrett. Jeg bruker en RE-modell for fire av miljøindikatorne i denne oppgaven, og FE-modell for den siste miljøindikatoren. Ved å bruke en RE-modellen tar man utgangspunkt i at det ikke er problemer med utelatte variabler, og modellen er forventningsrett. I tillegg har jeg kontrollert for en tidstrend ved estimeringen. Jeg kan ikke utelukke at hver provins har sin egen tidstrend og at dette kan påvirke estimatene. I tillegg står jeg overfor en situasjon hvor jeg kan ha problemer med

simultanietsbias. Fremgangsmåte brukt i denne oppgaven er utført med hensyn til hva som er vanligst og hyppigst fremgangsmåte i litteraturen for øvrig. Veiledningen for å utføre de økonomiske undersøkelsene er hentet fra Torres & Reyna (2007).

En positiv egenskap med hoved-analysen i denne oppgaven er at det er en svært enkel modell som estimerer forholdet mellom to sider, nemlig økonomisk utvikling og forurensing. Jeg bruker en modell som har blitt mye brukt i tidligere litteratur. Flere studier inkluderer imidlertid andre variabler til dette forholdet. Det forekommer bruk av kontrollvariabler, handelsmønster, simultane ligningssystemer og andre aspekter som påvirker sammenhengen mellom økonomisk vekst og forurensing. Dette gjør at resultatet man sitter igjen med til slutt vil være vanskeligere å tolke. Det er også en ulempe med at færre studier har gjort liknende analyser og man kan da stille spørsmål ved om resultatet vil være oppriktig. Ved å estimere en enkel modell som jeg gjør i denne oppgaven, er det større grunnlag for å forstå hva man estimerer og hvilke implikasjoner det har for Kina.

I senere tid har litteraturen om miljø-Kuznets-kurver vokst seg stor, og forfattere som inkluderer nye variabler, og nye aspekter for å estimere forholdet mellom økonomisk utvikling og forurensing forekommer stadig. Å estimere miljø-Kuznets-kurver ved å bruke simultane ligningssystemer er ofte brukt i de siste årene. Dette er en metode som blant annet fremgår i verket til Shen (2006) og Jayanthakumaran & Liu (2011). I tillegg er dekomponeringsanalyser blitt mer og mer vanlig. Da undersøker man hvordan kreftene bak økonomisk vekst påvirker forurensings i ulike kanaler. Dette er ofte en kombinasjon av skala-, teknologi-, og sammensetningseffekter. Å estimere hvilken effekt handel har på miljø-Kuznets-kurven er også en metode man har sett forekomster av de siste årene, og fremgår i artiklene til blant annet; Antweiler et al (2001), Cole (2004) og Frankel & Rose (2005).

5.2 Sammenlikning av resultat fra andre studier med Kina som hovedområde

Annen empirisk litteratur som tar for seg Kina som område er tidligere presentert i avsnitt 3.6.2, her presenteres imidlertid ikke resultatet fra studiene. Jeg vil derfor gå gjennom resultater fra disse studiene i dette delkapittelet.

Shen (2006) estimerte miljø-Kuznets-kurver for Kinesiske provinser og byer for årene 1993-2002. Han brukte simultane ligningssystemer i sin analyse. Miljøindikatorene i denne studien var svoveldioksid, støv, COD (Chemical Oxygen Demand), kadmium og arsenikk.

Resultatene til Shen viste at en ligningsmodell med ett polynom gav det typiske mønsteret som en miljø-Kuznets-kurve for alle utslipp, utenom for miljøindikator svoveldioksid. Mens en to-steps minste kvadraters metode gav miljø-Kuznets-kurver kun for utslipp for vann i Kina. Shen forklarte derfor at tiltak Kinesiske myndigheter har gjennomført for å redusere forurensingsutslipp i vann har fungert, og skapt en invertert U-kurve for denne miljøindikatoren. Det ble også vektlagt i artikkelen at vendepunktet på kurven var 1,68-2,49 ganger større ved bruk av to stegs minste kvadraters metode. Kurven for svoveldioksid viste å ha fasong som en U-kurve. Shen fant også at andel av sekundærnæringen hadde en positiv og signifikant sammenheng med forurensing, som er det man vil forvente. Det betyr at dersom man har en høyere andel av industrien som er sekundærnæring, vil man også ha et høyere forurensingsutslipp. Shen konkluderte med at det krever flere investeringer for å redusere utslippene i landet slik at en bærekraftig vekst blir opprettholdt i det lange løp for den kinesiske økonomien. Studien avsluttet med utsagnet; "As a result, environmental improvement does not depend exclusively on income growth. Poor provinces need not therefore wait passively to become wealthy before doing something else to improve their environment" (Shen 2006, s. 393).

Song, Zheng & Tong (2008) estimerte også miljø-Kuznets-kurver på provinsnivå i Kina med tall fra 1985-2005 fra 29 ulike provinser på fastlands Kina. Miljøindikatorne inkludert i denne studien var fast avfall, vannavfall og gassutslipp. Forfatterne valgte å bruke en Dynamic OLS estimator for å finne forholdet mellom økonomisk vekst og miljøforurensing. Resultatet viste at alle tre miljøindikatorer som ble testet for, viste en invertert U-kurve. Det vil si at alle tre miljøindikatorne (fast avfall, vannavfall og gassutslipp) viste miljø-Kuznets-kurver. De fant imidlertid ut at vendepunktet på kurven var ulik for de ulike utslippstypene spesifisert over. Vendepunktet for fast avfall, vannavfall og gassutslipp var henholdsvis 28 296 Yuan, 9 705 Yuan og 29 017 Yuan (i 2010 priser). Forurensing i vann hadde vendepunkt som kom mye før fast avfall og gassutslipp. Dette bekrefter også det resultatet Shen (2006) fant i sin analyse, og samsvarer med at Kinesiske myndigheter har satt i gang tiltak for å redusere forurensing i vann tidligere. Til slutt konkluderte Song, Zheng & Tong med at det kun er de rikeste og mest velutviklede provinsene i Kina som har nådd vendepunktet på kurven (Beijing og Shanghai). De andre provinsene er enten i strukturell endring eller på vei oppover. Forfatterne argumenterte for at det derfor er viktig at kinesiske myndigheter iverksetter tiltak for å senke vendepunktet. Dette kan blant annet gjøres gjennom politiske tiltak for å forbedre miljøbeskyttelsen i landet.

Jayanthakumaran og Liu (2011) brukte data fra 30 provinser fra perioden 1990-2007, hvor BNP var målt i faste 1990 priser for å kalkulere vendepunktet til miljø-Kuznets-kurver for både svoveldioksid og Chemical Oxygen Demand (COD). De fant at vendepunktet til svoveldioksid var 15 138 Yuan for FE-modellen og 13 359 Yuan for RE-modellen (1990-priser). For COD er tallene respektivt 6 859 Yuan og 5 957 Yuan.

I 2004 fant Shen og Hashimoto en miljø-Kuznets-kurve både mellom forurensing i vann og svoveldioksid. Støv og industrielt avfall viste en N-formet kurve. For kontrollvariablene som ble inkludert inngikk andelen av sekundærnæringen med positivt fortegn i ligningen, for alle variabler utenom for svoveldioksid. Befolkningstetthet var positiv for luftforurensing og fast avfall. Fortegnet var også positivt for COD, som eneste vannforurensing, mens det var negativt for resten av variablene.

Liu, Heiling, Chen & Heino (2006) vendte søkelyset mot en spesiell by i Kina: Shenzhen i provinsen Guangdong. Resultatene fra estimeringene av 18 ulike forurensingsutslipp viste både den typiske miljø-Kuznets-kurven, men også kurver som både var synkende og stigende. På grunn av den begrensede tidsperioden (1989-2003) argumenterte forfatterne for at deler av kurven kan mangle fra analysen, og de estimerte kurvene kan med andre ord være utsnitt av hele kurven. Hypotesen om miljø-Kuznets-kurver er imidlertid bekreftet for alle utenom én type vannutslipp i elveløpene i Kina.

En oppsummering av resultatene fra nevnte studier er presentert i tabell 5.10.

Tabell 5.10 Oppsummering av empiriske resultater fra andre studier om Kina

Studie	År	Miljøindikator	Vendepunkt	Form	Metode
Shen (2006)	1993-2002	SO ₂ , støv, COD, kadmium, arsenikk	SO ₂ : 3229 Yuan, Støv: 9913 Yuan, COD: 4905 Yuan, Arsenikk: 7409 Yuan og kadmium: 3808 Yuan (i 1993 priser)	Invertert U- kurve: COD, arsenikk og kadmium. U- kurve: SO ₂ og støv	FE-modell, Logaritmer Kvadratisk modell Simultane ligningssystemer,
Song, Zheng & Tong (2008)	1985-2005	Fast avfall, gassutslipp og vannavfall	Gass: 29 017 Yuan, Vann: 9705 Yuan, Fast avfall: 28296 (i 2000 priser)	Invertert U- kurve	FE-modell Logaritmer Kvadratisk og kubisk modell. Dynamic OLS estimator
Jayanthakumaran og Liu (2011)	1990-2007	SO ₂ og COD	SO ₂ : 15138 Yuan, COD: 6859 Yuan (i 1990-priser)	Invertert U- kurve	RE-modell Logaritmer Kvadratisk- og kubisk modell Simultane ligningssystemer
Shen og Hashimoto (2004)	1993-2001	SO ₂ , støv, COD, kadmium, arsenikk, kvikksølv, fast avfall	SO ₂ : 1395 Yuan, støv: 2031/69 072 Yuan, COD: 6298 Yuan, kadmium: 5101 Yuan, arsenikk: 48 207 Yuan, kvikksølv: 1691 Yuan , fast avfall: 3268/24 847 Yuan (i 1990 priser)	Invertert U- kurve: SO ₂ , COD, kadmium, arsenikk og kvikksølv. N- formet kurve: Støv og fast avfall	FE/RE-modell Logaritmer Kvadratisk- og kubisk modell

Ut fra disse resultatene ser vi at studier som tar for seg Kina i stor grad får ulike resultater. De empiriske resultatene gir ikke ett entydig svar om det eksisterer miljø-Kuznets-kurver for provinser i Kina. Grunnen til de varierende resultatene kan være ulike datasett og ulike økonometriske tilnærminger. Noen studier bruker kontrollvariabler, andre bruker ikke, og ulike studier bruker ulike kontrollvariabler. Majoriteten av studiene bruker FE-modeller mens noen tar i bruk RE-modeller. Noen studier bruker simultane ligningssystemer, mens andre bruker generaliserte minste kvadraters metode. Flere av studiene ekskluderer også den kubiske variabelen fra modellen, som kan diskuteres om er en korrekt fremgangsmåte. Dette gir oss også klare indikasjoner på hvorfor ulike studier får ulike resultater. En felles metode eller fremgangsmåte for å estimere miljø-Kuznets-kurver mangler på dette punkt, og en blanding av ulike metoder vil gi oss en blanding av resultater. Dette kan også ha innflytelse for hvordan politikere handler med tanke på reduksjon av miljøforurensing.

For å undersøke om det er de seneste årene inkludert i oppgaven som gjør at jeg estimerer et annet forhold mellom økonomisk utvikling og forurensing enn flere andre studier om Kina, utfører jeg hoved-analysen ved å ekskluderer årene fra 2007 til 2010. Resultatene fra denne analysen fremkommer i vedlegg 11. Resultatene viser ingen endringer i fortegnene til koeffisientene, og resultatet viser til inverterte N-formet kurve for samtlige miljøindikatorer.

5.3 Kritikk til miljø-Kuznets-kurven

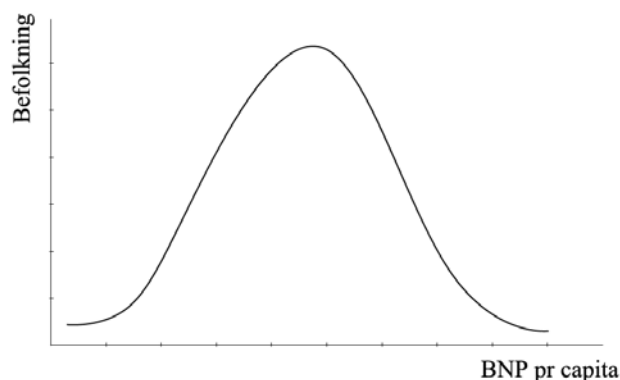
Hypotesen om miljø-Kuznets-kurver har flere svake punkter som allerede nevnt, og kritikken rettet mot hypotesen har til tider vært stor. Simon Kuznets var den første til å selv å kritisere svakheter ved sin egen hypotese. I slutten av sin artikkel i 1955 skriver han:

In concluding this paper, I am acutely conscious of the meagreness of reliable information presented. The paper is perhaps 5 percent empirical information and 95 percent speculation, some of it possibly tainted by wishful thinking. The excuse for building an elaborate structure on such a shaky foundation is a deep interest in the subject and a wish to share it with members of the Association (Kuznets, 1955).

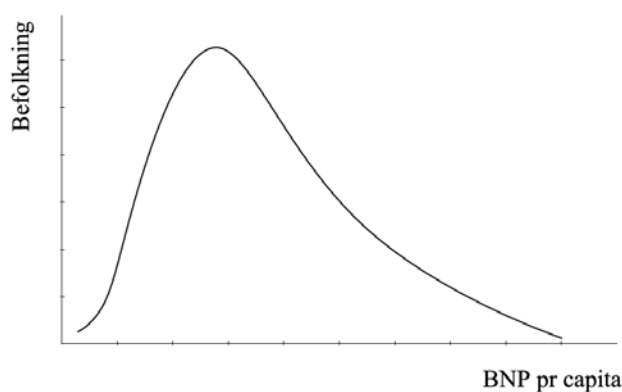
Dette forteller oss at teorien om inverterte U-kurver allerede i 1955 stod på ustø grunn. Mye av litteraturen om miljø-Kuznets-kurver går direkte ut på å kritisere svakheter ved modellen. Det blir lagt vekt på både teoretiske- og økonometriske svakheter (Stern, 2004).

5.3.1 Teoretiske svakheter ved miljø-Kuznets-kurver

Den første svakheten man må nevne er problemet hvor teorien om miljø-Kuznets-kurven antar at verdens inntekt er normalfordelt. Den standardiserte måten å estimere kurven på er å bruke BNP, delt på antall innbyggere, slik at man får BNP per innbygger. Dette bruker man som mål for inntekt i modellen, og BNP per innbygger skal representere gjennomsnittlig inntekt per innbygger. Med denne metoden antar man at inntekten i verden er normalfordelt, som representert i figur 5.6. Stern (2004) fremhever at verdens inntekt i virkeligheten ikke er normalfordelt slik man typisk forutsetter når man estimerer kurvens vendepunkt. Det som er det reelle tilfelle er at verdens inntektsfordeling er veldig skjev, som illustrert i figur 5.7. Dette betyr at det er mange flere mennesker som lever med en inntekt som er under gjennomsnittet, enn antall mennesker som lever med en inntekt over gjennomsnittet. Et mer passende mål på inntekt ville derfor ha vært median, som ville representert den reelle inntekten til flere mennesker i verden (Stern 2004).



Figur 5.6 Normal inntektsfordeling



Figur 5.7 Skjev inntektsfordeling

Den mest alvorlige konsekvensen av en slik forutsetning er når man skal kalkulere kurvens vendepunkt. Når forfattere estimerer vendepunktet på miljø-Kuznets-kurven, med bakgrunn i en normalfordelt inntektsfordeling i verden, vil vendepunktet til kurven være på et inntektsnivå som for de aller fleste innbyggere vil være uoppnåelig. Dette målet vil heller ikke representere den gjennomsnittlige agenten i samfunnet, og ha lite, eller ingen mening til landet det representerer (Kaika og Zervas, 2013). Kaika og Zervas (2013) kalkulerte inntektsfordelingen i 195 land i 2005, noe som tilsvarer 98 % av verdens befolkning. Resultatene deres viser at nesten hele 83 % av verdens befolkning ligger under landets gjennomsnittlige BNP. Når det gjelder medianen av gjennomsnittlig BNP, ligger 70 % av befolkningen under dette målet. Sala-i-Martin (2005) påviser i sitt arbeid hvordan skjevheten i normalfordelingen i verden beveger seg mot høyre. Dette er mye grunnet at fattigdom i verden har blitt sterkt redusert de siste tre tiår. Med andre ord, verdens inntektsfordeling beveger seg i retning mot en normalfordeling, men er fremdeles langt ifra fra en slik fordeling.

En annen sentral svakhet som ikke blir hensynstatt i hypotesen om miljø-Kuznets-kurver, er i hvilken grad man forventer at utviklingsland skal følge i de samme historiske fotsporene som sine forgjengere. Da tenker man spesielt på de allerede utviklede landene, som Europa og Nord-Amerika. Kaika og Zervas (2013) kartlegger nøye dette problemet i sin gjennomgang av svakheter ved hypotesen. De vektlegger at utviklingsland og utviklede land ligger på hver side av kurvens vendepunkt. Utviklingslandene er på den stigende delen av kurven, mens de utviklede landene er på den avtagende delen. Det er flere grunner til at man ikke forventer at utviklingsland skal følge direkte i fotsporene til de allerede utviklede landene. For det første hadde de utviklede landene fordel av at det tidligere ikke fantes store nasjoner, eller andre maktnasjoner fra før. Det var derfor mulig å utvikle seg til å ta rollen som dette. Utviklingsland i dag har ikke samme mulighet, fordi maktrollene mellom verdens land er allerede fordelt, og et utviklingsland vil ikke ha mulighet eller ressurser til å inngå i en slik rolle. Et annen viktig poeng i denne sammenheng er hvordan de utviklede landene startet å outsource produksjon på produkter som avgav store mengder forurensing til land som kunne produsere produktene til en lavere kostnad. Mye fordi de flyttet produksjonen til land som ikke hadde reguleringer og retningslinjer for slik produksjon. I dag må utviklingsland selv redusere utslippene fra forurensingsintensiv produksjon. Dette fordi det ikke vil være nok land til å flytte produksjonen videre til. Det vil derfor være en mye mer krevende prosess enn hva de utviklede landene stod ovenfor i sin situasjon. Med andre ord kan vi oppsummere dette

problemet til at det finnes ingen garanti for at historien vil gjenta seg. En lik utvikling for dagens utviklingsland er ikke sikret i fremtiden (Kaika og Zervas, 2013).

Det er et kjent konsept at økonomisk aktivitet drives av to faktorer; produksjon og forbruk. Uten det ene kan man ikke ha det andre. Man antar gjerne at kurvens eksistens kan forklares av ulike krefter i økonomien, som strukturelle endringer, teknologiske forbedringer og internasjonal handel. Et fellestegn for disse faktorene er at de kun forklarer en del av den økonomiske aktiviteten; produksjonssiden (Kaika og Zervas, 2013). Derfor bør studier som omhandler hypotesen om miljø-Kuznets-kurver også ta hensyn til etterspørsel etter forurensingsintensive varer. Er det slik at innbyggerne i et land etterspør forurensingsintensive varer, vil hvert forsøk på å redusere forurensing i produksjon i eget land bli oppveid av den høye etterspørselen etter slike varer. Den samlede effekten vil derfor være høyere miljøødeleggelser (Cole, 2004). Det legges derfor vekt på i litteraturen at både produksjonssiden, men også forbrukssiden av økonomien bør ivaretas.

I tillegg til de nevnte problemene over, ser man også at det kan oppstå et problem med miljø-Kuznets-kurver med tanke på hvilke type forurensinger man står ovenfor. Det har oppstått et mønster som viser at forurensing som har lave og lokale kostnader knyttet til reduksjon, ofte viser en kurve med fasong som en inverterte U-kurve. Dette er ofte utslipp som svoveldioksid og partikkelstøv. Denne type forurensing har også større umiddelbare helseeffekter for befolkningen, og insentiver til å redusere slike utslipp er høyere. Man ser imidlertid at forurensing som har høyere kostnad ved reduksjon, og forurensing som er et globalt problem, ikke viser dette mønsteret. Ofte ser man heller en konstant oppadstigende kurve. Dette er ofte utslipp som CO₂ og andre drivhusgasser. Disse utslippene vil ikke ha samme umiddelbare innvirkning på helsen, og man ser ikke samme behov for umiddelbare tiltak (Arrow et al., 1995).

5.3.2 Empiriske utfordringer for estimering av miljø-Kuznets-kurver

På samme måte som det finnes en voksende empirisk litteratur som tester for eksistens av det kjente miljø-Kuznets-mønsteret, er det samtidig en voksende litteratur på studier som kritiserer hypotesen, samt kritiserer andre studier og deres svakheter. Spesielt fokus har det blitt gitt svakheter ved økonometriske framgangsmåter.

Stern (2004) påpeker følgende utfordringer når man estimerer eksistensen av miljø-Kuznets-kurver: heteroskedastiske restledd, simultanietsbias og variabler som er utelatt av analysen. Som flere andre forfattere før har gjort, argumenterer også Kaika og Zervas (2013) for at flere av de empiriske studiene, spesielt de tidligste studiene på 90-tallet, ikke tester for heteroskedastisitet i sine studier. Heteroskedastisitet betyr at man ikke har konstant varians i dataene. Er heteroskedastisitet tilfellet, noe som er vanligst i tidsserier i slike studier, vil det påvirke anvendelsen og tolkning av resultatene. Stern (2002) estimerte miljø-Kuznets-kurver for flere land ved hjelp av en generalisert minste kvadrats metode, hvor han justerte for heteroskedastisitet i dataene. Dette viste seg å forbedre resultatene.

Når det kommer til simultanitetsproblemer, oppstår dette når en eller flere av forklaringsvariablene er felles bestemt med den avhengige variabelen. I vårt tilfelle vil dette si at i tillegg til at inntekt påvirker forurensing, påvirker også forurensing inntekt (Lieb, 2003). Dette kan for eksempel skje ved at ulike typer forurensing påvirker menneskers konsentrasjon til å arbeide og lære. Noen forurensinger kan også ha skadelig helseeffekt på arbeidere i et samfunn, noe som vil føre til høyere sykefravær, som naturlig nok vil føre til en lavere produksjon. I tillegg til disse konsekvensene vil også forurensingsutslipp ha en negativ påvirkning på avlinger, skog og fiskefangst. Hvis det skulle være tilfellet, at forurensingsutslipp har en innvirkning på inntekt, vil en estimering av kurven ved bruk av minste kvadraters metode føre til inkonsistente resultater, på grunn av simultanitetsproblemer (Lieb, 2003). Argumentene over om at forurensing også påvirker inntekt er en logisk sammenheng, som forskere er ganske sikre på er reell. Det er likevel ikke mange studier som har klart å påvise en slik sammenheng empirisk. Dette kan forklares med at effekten er så liten at den ikke er signifikant når man tester for den (Lieb, 2003), og at det derfor er vanskelig å påvise en slik kausalitet. Hung og Shaw (2002) er forfatterne bak en av de få studiene som har klart å finne at en slik sammenheng muligens eksisterer, ved hjelp av simultane ligningssystemer med data fra Taiwan.

Stern (2004) argumenter for hvordan utelatte variabler kan være et problem i studier som estimerer miljø-Kuznets-kurver. Problemer med utelatte variabler kan oppstå når man utelater variabler som skulle ha vært med i regresjonen, og som er korrelerte med de variablene som er inkludert. Noen studier rapporterer også at de inkluderer variabler som politisk frihet, handel og struktur (Stern, 2004). Det som mangler fra disse studiene, og som skaper et økonometrisk problem er når man inkluderer og tester disse variablene individuelt. Felles for

flere studier er også at de ikke inkluderer statistikk over om man står overfor slike problemer, eller ikke.

I tillegg til problemer med heteroskedastisitet, simultanitetsproblemer og utelatte variabler argumenterer Lieb (2003) at man må legge vekt på multikollinearitet. Lieb argumenterer for hvordan dette problemet ignorerer nesten alle studier om hypotesen, mens han selv ser på problemet som veldig relevant. Han forklarer problemet med at når to variabler er høyt korrelert, vil bare små svingninger avgi store effekter på resultatene i modellen. Er multikollinearitet tilfellet vil også helt små målefeil gi rom for store svingninger, og feil tolkning av vendepunkt og form på kurven.

Ved estimering av miljø-Kuznets-kurver er det imidlertid viktig å reflektere over de økonometriske svakhetene presentert og hvordan man på best mulig måte kan ta hensyn til de i estimeringen.

5.4 Diskusjon av de empiriske resultatene

I denne oppgaven har jeg funnet at sammenhengen mellom flere miljøindikatorer og inntekt i Kina best kan beskrives av en kurve med form som en invertert-N. Provinsområdene i Kina har stått overfor en enorm økonomisk vekst de siste tiårene, spesielt i kystområdene i landet. Handel og eksport har vært viktige drivkrefter i områdene langs den kinesiske kyst, og har vært store bidragsytere til at økonomien i disse områdene har vokst. Dette kan også beskrives som grunnen til at inntektsnivået i disse geografiske områdene er høyere enn provinser lokalisert i innlandet. Selv om man kan se at utslipp av miljøindikatoren svoveldioksid har nådd maksimumspunktet for den inverterte N-formede kurven for de fleste provinser i landet, er det likevel en risiko for at de resterende provinsene ikke vil passere dette vendepunktet. Landet har mye å jobbe med for å redde miljøet, og det savnes mer handlekraft blant innbyggerne i landet for å redusere forurensingsutslippene. Fremdeles er det mange provinser som ligger under maksimumspunktet for de resterende miljøindikatorene, og med utgangspunkt i datasettet fra provinsene ser man at utslippsmengden i stor grad øker i de ulike provinsene. Det er selvfølgelig unntak, hvor eksempelvis provinsene Beijing og Shanghai har redusert flere av sine utslipp. Beijing har redusert utslipp fra fire av fem utslippstyper, da med unntak av fast avfall.

Dette gir en bakgrunn for å påstå at kineserne er muligens på riktig vei for å redusere utslipp. Det er tydelig at det jobbes med å redusere forurensing i de aller største byene. Det er likevel viktig å påpeke at miljøforbedringer ikke vil komme automatisk. At miljø-Kuznets-kurver skal oppstå i en økonomi er ingen selvfølge, og er ingen lov. Det er en hypotese om en mulig sammenheng mellom forurensing og økonomisk vekst. At en slik sammenheng har blitt vist i industrialiserte land tidligere er ikke et løfte om en slik sammenheng i Kina, eller andre land i vekst. Kina er avhengig av politiske tiltak for å kunne utvikle seg videre til et mer miljøvennlig land. I dag blir befolkningen offer for sykdom og tidlig død grunnet forurensing. Det fortelles om fatale utfall i blant annet verket til Economy (2010) og Gallanger et al (2013). For at Kina skal kunne opprettholde en bærekraftig utvikling er det nødvendig med endringer. I 2013 uttalte landets daværende Premierminister Wen Jiabao; "We should adopt effective measures to prevent and control pollution and change the way we work and live" (Riley, 2013). Det er helt klart at politikerne i landet har prioritert videre økonomisk vekst, som strengt tatt er viktig. Politikerne gir likevel uttrykk for at de skjønner problemet og tar det alvorlig (Riley, 2013). Dette kan man se ved at gamle miljøvernlover har blitt oppdatert med strengere krav og straffer for de som ikke følger lovgivningen. Det landet trenger er en mer miljøvennlig regjering som tar ansvar og sikrer at strengere miljøkrav vedtas på alle nivåer (Chen, 2007). Landet har allerede reddet millioner av mennesker ut av absolutt fattigdom, og kineserne har i dag et bedre levevilkår enn noen gang. Forventet levealder var i 1950 45 år, mens i 2010 er den 75 år (Globalis.no). Dette er en stor utvikling, og en indikasjon på at levevilkårene forbedres i landet. I tillegg har utviklingen reddet flere millioner barn fra underernæring. I 1990 var 12,6 % av barn undervektige, i motsetning til 2010 når andelen var på 3,4 % (Globalis.no).

Som gjennomgått i kapittel 2, har kinesiske myndigheter gjennomgått ulike politiske tiltak for å bedre situasjonen. Disse tiltakene er bestemt av myndighetene i landet, men skal iverksettes lokalt i provinsene. Resultatet er at dette ikke har blitt gjort tilfredsstillende, og at foretak mot miljøødeleggelser blir nedprioritert. Det vil derfor være nødvendig for Kina å endre sine politiske tiltak, slik at institusjoner, lovforslag og programmer bestemt av myndighetene blir iverksatt i provinsene (Economy, 2010). Lovendringene som ble gjort i 2015 krever at lokale statsmenn skal være aktivt med på å implementerer lovgivningen i sine provinser. Effekten av dette er for tidlig å si noe om. Mye av omleggingen må skje i holdninger og kunnskap om miljøet hos kineserne. Om Kina ikke gjør endringer kan resultatet være at de resterende miljøindikatorer ikke vil nå et eventuelt maksimumspunkt i fremtiden, men i større grad

fortsette i en oppadstigende kurve. Det kan føre til større og verre miljødeleggelse enn landet står overfor i dag. Det vil si, det er ingen selvfølge at økonomien vil utvikle seg på en slik måte at det vil oppstå et vendepunkt for de resterende forurensingsutslippene i Kina. Selv om mye av forbedringen krever ny teknologi og måter å håndtere forurensing på, avhenger det like mye av å endre den politiske kulturen i landet. En effektiv miljøforbedring krever tilgang til pålitelig informasjon, ansvarlighet blant tjenestemenn og politikere og ikke minst et uavhengig rettssystem (Economy, 2007). Med en forbedring i disse punktene, og en omlegging av det politiske systemet i landet, har kineserne større potensiale for å sikre seg en bærekraftig utvikling i fremtiden.

6 Konklusjon

Hovedformålet med denne oppgaven var å finne om det eksisterte en sammenheng mellom økonomisk utvikling og forurensing for provinser i Kina som kunne forklares ved hjelp av miljø-Kuznets-kurver. Det fremgår en hypotese om miljø-Kuznets-kurver som viser at sammenhengen mellom miljøutslipp og økonomisk utvikling vil ha form som en invertert U-kurve. Det vil si at det eksisterer en positiv sammenheng mellom økonomisk utvikling og forurensing til et vist punkt, etter dette vil sammenhengen være negativ. I dag dør hundretusener av mennesker hvert år som følge av sykdommer som skyldes forurensing. Mange mennesker har ikke tilgang til rent drikkevann, og luften i byer er så tett av støv og partikler at det har blitt rapportert om 50 meters sikt.

Jeg har hentet data fra 31 provinser i Kina fra årene 1997-2010. BRP per innbygger representerer den økonomiske utviklingen i provinsene. Jeg bruker data for utslipp av miljøindikatorer svoveldioksid, sot, støv, fast avfall og vannavfall. Med bakgrunn i paneldata har jeg utført regresjonsanalyser med både RE-modeller og FE-modeller. I denne oppgaven finner jeg at forholdet mellom økonomisk utvikling og forurensing kan forklares av inverterte N-formet kurver, for alle fem miljøindikatorer inkludert i oppgaven. Resultatene er signifikante på 1 % nivå for alle miljøindikatorer med unntak av fast avfall som er signifikant på 10 % nivå. At det eksisterer en invertert N-kurve vil si at det er en negativ sammenheng mellom økonomisk vekst og forurensing, før det oppstår et vendepunkt hvor sammenhengen blir positiv. Det vil også oppstå et andre vendepunkt og sammenhengen igjen vil bli negativ. Det vil med andre ord si at med økonomisk vekst vil man først oppleve en nedgang i forurensing, deretter vil det oppstå en økning i forurensing ved videre økonomisk aktivitet, for så til slutt å nå en ny nedgangsperiode. Jeg har estimert at vendepunktene for den inverterte N-formet kurven er for svoveldioksid, sot, støv, fast avfall og vannavfall henholdsvis 4277,12 Yuan og 18 267,89 Yuan, 0 Yuan og 34,23 Yuan 0 Yuan og 36,16 Yuan, 2860,10 Yuan og 48 033,99 Yuan, 5393,23 Yuan og 26 819,11 Yuan, alle tall i 1997 priser.

Det er mulig å utføre videre studier for å lære mer om forholdet mellom økonomisk vekst og forurensing i Kina. Med tanke på flere av de økonometriske problemene denne oppgaven møter på, er det mulig å utføre en modell som bruker simultane ligningssystemer for å ta hensyn til simultanietsbias. Ellers er det mulig å utføre en dekomponeringsanalyse, hvor man

undersøker mekanismene bak dette forholdet, da mer spesifisert skala-, teknikk- og sammensetningseffekter, som ikke har vært tema for denne oppgaven. Det vil også være interessant å undersøke sammenhengen mellom forurensing og økonomisk utvikling med nyere tall enn 2010, når dette blir tilgjengelig.

7 Litteratur

- Antweiler, W., Copeland, B. R. & Taylor, M. S. (2001). Is Free Trade Good for the Environment? *The American Economic Review*, 91(4), 887-908
- Arrow, K., Bolin B., Costanza, R., Dasgupta, P., Folke, C., Hollings, C.S., Jansson, B-O., Levin, S., Maler, K-G., Perrings, C. & Pimentel, D. (1995). Economic growth, carrying capacity, and the environment. *Ecological Economics* 15, 91-95.
- Beckerman, W. (1992). Economic growth and the environment: whose growth? Whose environment? *World Development*, 20, 481-496
- Bloomberg Business (2014, 25. april). *China Takes On Pollutin With Biggest Change in 25 Years*. Lokalisert 23.04.15 på: <http://www.bloomberg.com/news/articles/2014-04-24/china-enacts-biggest-pollution-curbs-in-25-years>
- Bårdsen, G. & Nymoen, R. (2014). *Videregående emner i Økonometri*. Bergen: Fagbokforlaget. Kapittel 5.
- Chen, W. (2007). Economic Growth and the Environment in China. An Empirical Test of the Environmental Kuznets Curve Using Provincial Panel Data. Ublublisert material, Kina: Xiamen University.
- China Geo-Explorer 1997-2010, University of Michigan. Lokalisert på: <http://chinageoexplorer.org/cge/>
- China Statistical Yearbooks 1997-2010. Lokalisert på: <http://www.stats.gov.cn/english/Statisticaldata/AnnualData/>
- China Water Risk (2013) . *Industrial Water*. Lokalisert 14.04.15 på: <http://chinawaterrisk.org/big-picture/industrial-wastewater/>
- Cole, M. A. (2004). Trade, the pollution haven hypothesis and the environmental Kuznets curve: examining the linkages. *Ecological Economics* 48, 71-81.
- CTV News (2014, 12. april) *Chinese economic growht at a cost: Pollution poisons lakes, rivers and skies*. Lokalisert på: <http://www.ctvnews.ca/w5/chinese-economic-growth-at-a-cost-pollution-poisonlakes-rivers-and-skies-1.1773352>
- de Groot, H. L. F., Withagen, C. A. & Minliang, Z. (2001). Dynamics of China's Regional Development and Pollution. *Timberberg Institute Discussion Paper TI 2002-036/3*
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets Curve hypothesis: a survey. *Ecological Economics* 49, 431-455
- Econ Stats. Lokalisert på: <http://www.econstats.com/index.htm>
- Economy, E. C. (2007). The Great Leap Backwards?; The Cost of China's Environmental Crisis. *Foreign Affairs*, 38-59.

- Economy, E. C. (2010). *The River Runs Black: The Environmental Challenge to China's future*. Second Edition. Cornell University Press, s. 17-55
- Frankel, J. A. & Rose, A. K. (2005). Is Trade Good or Bad for the Environment? Sorting out the Causality. *The Review of Economics and Statistics*, 87(1), 85-91
- Franklin, R. S. & Ruth, M. (2012). Growing up and cleaning up: The Environmental Kuznets Curve Redux. *Applied Geography* 32, s. 29-39.
- Gallagher, S., D'Angelo, C. & Dhaliwal, M. (2013). *Meltdown*. Publizer Center on Crisis Reporting. iBooks. <https://itun.es/no/JhqqP.1>. s. 3-4
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. *NBER Working Paper No. 4634*
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B (1994). Economic Growth and the Environment. *National Bureau of Economic Research, Cambridge. WP 4634*
- Huang, Q., Wang, Q., Dong, L., Xi, B. & Zhou, B. (2006). The current situation of solid waste management in China. *J Master Cycles Waste Manage* 8, 63-69
- Hung, M-F. & Shaw, D. (2002). Economic Growth and the Environmental Kuznets Curve in Taiwan. Upublisert materiale. Lokalisert på http://www.researchgate.net/profile/Daigee_Shaw
- Jacobs, A. (2011, 28.februar). China Issues Warning on Climate and Growth. *The New York Times*. Lokalisert på: http://www.nytimes.com/2011/03/01/world/asia/01beijing.html?_r=0,
- Jayanthakumaran, K., & Liu, Y. (2011). Openness and the Environmental Kuznets Curve: Evidence from China. *Economic Modelling* 29, 566-576.
- Kaika, D. & Zervas E. (2013). The Environmental Kuznets Curve (EKC) theory. Part B: Critical issues. *Energy Policy* 62, 1392-1402
- Kaika, D. & Zervas E. (2013). The Environmental Kuznets Curve (EKC) theory – Part A: Concept, causes and the CO₂ emissions case. *Energy Policy* 62, 1392-1402
- Kaiman, J. (2014, 25.april). China strengthens environmental laws. *The Gurardian*. Lokalisert på: <http://www.theguardian.com/environment/2014/apr/25/china-strengthens-environmental-laws-polluting-factories>
- Kina, *Globalis.no*, lokalisert 27.02.15 på: [http://www.globalis.no/Land/Kina/\(show\)/indicators/\(indicator\)/478](http://www.globalis.no/Land/Kina/(show)/indicators/(indicator)/478)
- Korsager, M. & Scheie E. (2015). Utdanning og undervisning for bærekraftig utvikling. *Naturesekken.no*, Lokalisert 03.02.2015 på <http://www.naturesekken.no/c1187995/artikkel/vis.html?tid=2102114>

- Krauth, B. (2004). *Chapter 6; Econometrics*. Forelesningsnotater: Simon Fraser University. Lokalisert på: http://www.sfu.ca/~bkrauth/econ808/808_lec6.pdf
- Kuznets, S. (1955). Economic Growth and Income Inequality. *The American Economic Review*, XLV (1)
- Li, J. & Liu, J. (2009). Quest for Clean Water: China's Newly Amended Water Pollution Control Law. *A China Environmental Health Project Brief*.
- Lieb, C. M. (2003). *The Environmental Kuznets Curve: A survey of the Empirical Evidence and Possible Causes*. Upublisert material. Universitetet i Heidelberg: Discussion Paper Series No. 391.
- Liu, X., Heiling, G. K., Chen, J. & Heino, M. (2006). Interactions between economic growth and environmental quality in Shenzhen, China's first special economic zone. *Ecological Economics*, 62, 559-570.
- Lovelock, J. E (1979) *Gaia: A New Look at Life on Earth*. Oxford.
- Newton, H. J. (2007). Estimation of nonstationary heterogeneous panels. *The Stata Journal* 7, 2, 197-208.
- Panayotou, T. (1993). *Empirical tests and policy analysis of environment degradation at different stages of economic development*. Upublisert materiale. Switzerland: International Labour Office, Working Paper, WP238
- Panayotou, T. (1997). Demystifying the environmental Kuznets Curve: Turning a black box into a policy tool. *Environmental and Development Economics* 2, 465-484.
- Panayotou, T. (2003). Economic Growth and the Environment. *Economic Survey of Europe* 2, 45-72.
- Plassmann, F. & Khannan, N. (2003). Assessing the Precision of Turning Point Estimates in Polynomial Regression Functions. *Journal of Economic Literature*.
- Princeton University Library (s.a). *Data and Statistical Service: Panel Data*. Lokalisert på: http://dss.princeton.edu/online_help/stats_packages/stata/panel.htm.
- Provinces of China. (s.a). I Wikipedia. Lokalisert 14.04.14 i Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/Provinces_of_China
- Riley, C. (2013, 5.mars). China pledges to tackle pollution crisis. *CNN Money*. Lokalisert på: <http://money.cnn.com/2013/03/05/news/economy/china-environment-pollution/>
- Sala-i-Martin, X. (2005). *The World Distribution of Income: Falling Poverty and... Convergence, Period*. Upublisert materiale. Lokalisert på: http://www.columbia.edu/~xs23/papers/pdfs/World_Income_Distribution_QJE.pdf
- Selden, T. M. & Song, D. (1994) Environmental quality and development: Is there a Kuznets curve for air pollution? *Journal of Environmental Economics and Environmental Management*, 27, 147-162

- Shafik, N. & Banyopadhyay, S. (1992). Economic Growth and Environmental Quality. Time-Series and Cross-Country Evidence. *Background Paper for World Development Report 1992*. The World Bank, Washington, DC.
- Shen, J. (2006). A simultaneous estimation of Environmental Kuznets Curve: Evidence from China. *China Economic Review* 17, 383-394.
- Shen, J. Y., & Hashimoto, Y. (2004). Environmental Kuznets curve on country level: Evidence from China. *Discussion paper in Economics and Business 04-09*.
- Smyth, R., Mishra, V. & Qian, X. (2008). The Environment and Well-Being in Urban China. *Ecological Economics* 68, 547-555.
- Song, T., Zheng, T., & Tong, L. (2008). An empirical test of the environmental Kuznets curve in China: A panel cointegration approach. *China Economic Review* 19, 381-392.
- Stern, D. I. (2002). Explaining changes in global sulphur emissions: an econometric decomposition approach. *Ecological Economics* 42, 201–220.
- Stern, D. I. (2004). The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve. *World Development* 32 (8), 1419-1439.
- Stern, D. I., Common, M. & Barbier, E. (1996). Economic Growth and Environmental Degradation: The Environmental Kuznets Curve and Sustainable Development. *World Development* 24 (7), 1151-1160.
- Tiezzi, S. (2014, 25.april) China Revises Environmental Law for the First Time Since 1989. *The Diplomat*. Lokalisert på: <http://thediplomat.com/2014/04/china-revises-environmental-law-for-the-first-time-since-1989/>
- Torres-Reyna, O. (2007). *Panel Data Analysis Fixed and Random Effects using Stata (v.4.2)*. Upublisert Materiale. Princeton University. Lokalisert på: <http://www.princeton.edu/~otorres/Panel101.pdf>
- Vogel, M. P. (1999). *Environmental Kuznets Curves: A study on the Economic Theory and Political Economy of Environmental Quality Improvements on the Course of Economic Growth*. Springer.
- Wooldridge, J. M. (2006). *Introductory Economics, a modern approach*. Thomson South-Western.
- Xu, B. (2014, 25.april). China's Environmental Crisis. *Council on Foreign Relations*. Lokalisert på: <http://www.cfr.org/china/chinas-environmental-crisis/p12608> .

8 Vedlegg

Vedlegg 1: Forklaring av variabler i modellen

<i>Variabel</i>	<i>Beskrivelse</i>	<i>Enhet</i>	<i>Kilde</i>
BRP	Brutto regional produkt	Yuan	China Geo-Explorer
BRP per innbygger	Brutto regional produkt per innbygger	Yuan/innbygger	China Geo-Explorer
BRP sekundærnæring	Brutto regional produkt av sekundærnæringen	Yuan	China Geo-Explorer
KPI	Konsumprisindeks		Econ Stats
Reelt BRP	Brutto Regional Produkt justert for prisendringer	Yuan	China Geo-Explorer/ Econ Stats
Reelt BRP sekundærnæring	Brutto regional produkt av sekundærnæringen, justert for prisendring	Yuan	China Geo-Explorer/ Econ Stats
Reelt BRP per innbygger	Brutto regional produkt per innbygger, justert for prisendring	Yuan/innbygger	China Geo-Explorer/ Econ Stats
Innbyggere	Antall innbyggere på provinsnivå	10 000 pers.	China Geo-Explorer
Sysselsatte	Antall sysselsatte innbyggere på provinsnivå	10 000 pers.	China Geo-Explorer
Areal_provins	Størrelse på areal av provinsen	km ²	China Geo-Explorer
Befolkningstetthet	Befolkningstetthet på provinsnivå	Innbyggere/areal	Regnet ut med data om innbyggertall og areal hentet fra China Geo-Explorer
Svoveldioksid	Utslipp av svoveldioksid på provinsnivå	Kg	China Statistical Yearbook 1997-2010
Sot	Utslipp av sot på provinsnivå	Kg	China Statistical Yearbook 1997-2010
Støv	Utslipp av støv på provinsnivå	Kg	China Statistical Yearbook 1997-2010
Fast avfall	Utslipp av fast avfall på provinsnivå	Kg	China Statistical Yearbook 1997-2010
Vannavfall	Utslipp av vannavfall på provinsnivå	Kg	China Statistical Yearbook 1997-2010

Vedlegg 2: Konsumprisindeks

<i>År</i>	<i>Konsumprisindeks</i>
1997	100,0
1998	99,2
1999	97,8
2000	98,2
2001	98,9
2002	98,2
2003	99,3
2004	103,2
2005	105,0
2006	106,6
2007	111,7
2008	118,3
2009	117,5
2010	121,4

Kilde: Econ Stat

Vedlegg 3: Utslipp av svoveldioksid i Kina, 1997-2010

Utslipp av svoveldioksid i provinser i Kina, 1997-2010

Provinser	Gjennomsnitt		Min		Maks	
	Totalt (tonn)	Per innb. (kg)	Totalt (tonn)	Per innb. (kg)	Totalt (tonn)	Per innb. (kg)
Anhui	428 104,07	6,95	332 287,00	5,51	519 000,00	8,49
Beijing	118 195,43	8,37	57 000,00	12,86	210 827,00	17,00
Chongqing	599 686,07	20,21	363 784,00	11,89	758 755,00	25,36
Fujian	295 533,64	8,37	117 244,00	3,57	446 000,00	12,54
Gansu	393 45,14	15,25	257 282,00	10,12	517 000,00	19,93
Guangdong	966 794,43	11,20	476 337,00	6,76	1 274 000,00	13,86
Guangxi	780 352,71	16,41	498 182,00	10,75	975 000,00	20,92
Guizhou	694 561,00	1865	570 254,00	14,74	1 040 000,00	27,68
Heinan	21 794,00	2,68	16 891,00	2,27	28 000,00	3,23
Hebei	1 151 949,29	16,93	994 000,00	13,82	1 326 000,00	19,22
Heilongjiang	320 226,79	8,40	213 322,00	5,59	441 000,00	11,53
Henan	1 030 089,36	10,89	678 391,00	7,23	1 471 000,00	15,68
Hubei	569 817,93	9,74	386 835,00	6,59	1 099 000,00	18,27
Hunan	648 360,21	9,98	468 257,00	7,24	766 000,00	12,08
Inner Mongolia	925 939,71	38,44	485 106,00	20,41	1 384 000,00	57,74
Jiangsu	1 113 993,21	14,95	934 906,00	12,73	1 312 000,00	17,55
Jiangxi	393 075,00	9,55	216 527,00	5,65	570 000,00	13,22
Jilin	249 554,14	9,22	187 150,00	6,93	337 000,00	12,34
Liaoning	809 244,43	19,06	573 015,00	13,63	1 067 000,00	24,83
Ningxia	247 498,36	42,09	168 781,00	29,98	350 000,00	57,95
Qinghai	70 809,79	12,98	18 992,00	3,72	133 000,00	23,62
Shaanxi	674 071,43	18,26	542 241,00	14,82	846 000,00	22,65
Shandong	1 518 279,64	16,58	1 366 000,00	14,42	1 760 057,00	19,91
Shanghai	327 934,43	19,25	221 000,00	9,60	400 947,00	27,52
Shanxi	1 019 284,00	30,63	689 285,00	21,95	1 200 000,00	35,77
Sichuan	931 253,71	11,13	526 157,00	6,15	1 141 000,00	13,89
Tianjin	211 309,07	20,07	151 769,00	14,09	241 815,00	24,68
Tibet	1 010,36	0,37	734,00	0,28	2000,00	0,68
Xinjiang	317 901,36	15,84	160 358,00	9,33	518 000,00	23,94
Yunnan	368 124,43	8,38	270 427,00	6,60	456 000,00	10,17
Zhejiang	665 646,36	13,78	410 868,00	9,26	831 000,00	9,26

Kilde: China Statistical Yearbook, 1997-2010

Vedlegg 4: Gjennomsnittlig BNP og gjennomsnittlig BRP for provinser for 1997-2010

Grunnlag for figur 5.1 og 5.3.

	<i>Gjennomsnittlig BNP per innbygger</i>	<i>Min</i>	<i>Maks</i>		<i>BNP per innbygger 2010</i>	
Kina	12 972,80	6368,7	24535,6		29 992	
<i>Provins</i>	<i>Gjennomsnittlig BRP per innbygger</i>	<i>Min</i>	<i>Maks</i>	<i>Vekst</i>	<i>BRP per innbygger 2010</i>	<i>Lokasjon</i>
Anhui	8 223,35	4 455,94	17 099,31	Lav vekst	17 099	Innland
Beijing	36 203,7	14 597,6	59 306,10	Høy vekst	59 306	Kyst
Chongqing	9 973,30	4 438,2	22 645,20	Lav vekst	22 645	Innland
Fujian	17 482,50	9 142,99	32 883,10	Høy vekst	32 883	Kyst
Gansu	6 750,64	3 132,72	13 264,20	Lav vekst	13 264	Innland
Guangdong	21 441,33	10 375,12	36 314,40	Høy vekst	36 314	Kyst
Guangxi	7 990,68	3 922,30	17 105,72	Lav vekst	17 105	Innland
Guizhou	4 923,24	2 199,72	10 903,70	Lav vekst	10 903	Innland
Hainan	10 190,46	5 516,80	19 599,00	Medium vekst	19 599	Innland
Hebei	12 742,74	6 059,46	23 363,52	Medium vekst	23 363	Innland
Heilongjiang	12 711,61	7 220,74	22 290,55	Medium vekst	22 290	Kyst
Henan	9 945,87	4 413,39	20 232,51	Lav vekst	20 232	Innland
Hubei	10 989,17	5 875,68	22 974,81	Lav vekst	22 978	Innland
Hunan	9 570,71	4 629,5	20 115,2	Lav vekst	20 115	Innland
Inner Mongolia	15 346,86	4 730,30	38 907,80	Høy vekst	38 907	Innland
Jiangsu	21 513,23	9 346,60	43 379,80	Høy vekst	43 379	Kyst
Jiangxi	8 487,75	4 133,01	17 454,26	Lav vekst	17 454	Innland
Jilin	12 568,53	5 505,71	26 009,85	Medium vekst	26 009	Kyst
Liaoning	17 557,62	7 630,98	34 771,93	Høy vekst	34 771	Kyst
Ningxia	9 730,40	3 979,25	21 994,78	Lav vekst	21 994	Innland
Qinghai	9 338,72	4 080,81	19 764,85	Lav vekst	19 764	Innland
Shaanxi	9 553,95	3 641,46	22 334,67	Lav vekst	22 334	Innland
Shandong	17 385,67	7 569,72	33 667,37	Høy vekst	33 667	Kyst
Shanghai	42 798,22	23 062,46	61 447,36	Høy vekst	61 447	Kyst
Shanxi	10 622,37	4 713,69	21 213,64	Medium vekst	21 213	Innland
Sichuan	8 338,47	3 938,43	17 604,74	Lav vekst	17 604	Innland
Tianjin	30 262,42	12 975,84	58 515,80	Høy vekst	58 515	Kyst
Tibet	7 849,90	3 117,41	13 939,73	Lav vekst	13 939	Innland
Xinjiang	11 400,40	6 112,34	20 506,30	Medium vekst	20 506	Innland
Yunnan	7 209,78	4 016,12	12 938,29	Lav vekst	12 938	Innland
Zhejiang	23 440,07	10 458,17	41 946,05	Høy vekst	41 946	Kyst

Kilde: China Statistical Yearbook 1997-2010. Alle tall er oppgitt i 1997-priser

Vedlegg 5: Befolningstetthet i provinser i Kina, 1997-2010

Befolningstetthet i provinser i Kina, 1997-2010

Provins	Gjennomsnitt	Min	Maks
Anhui	440,25	425,05	461,09
Beijing	920,46	755,59	1 194,93
Chongqing	362,29	310,10	380,46
Fujian	281,35	264,64	297,78
Gansu	56,74	54,9	57,89
Guangdong	477,10	392,25	580,84
Guangxi	200,59	194,06	205,80
Guizhou	211,64	197,44	221,63
Heinan	229,66	210,16	245,52
Hebei	361,25	346,28	381,73
Heilongjiang	84,16	82,87	84,68
Henan	571,47	558,37	587,00
Hubei	314,77	306,26	323,64
Hunan	306,90	298,60	316,16
Inner Mongolia	20,76	20,13	22,34
Jiangsu	727,16	696,59	766,96
Jiangxi	256,70	248,54	267,36
Jilin	146,42	142,52	148,92
Liaoning	286,30	279,47	295,41
Ningxia	88,32	80,30	95,91
Qinghai	7,40	6,98	7,81
Shaanxi	179,03	173,50	182,80
Shandong	584,96	560,63	611,81
Shanghai	2 772,87	2 298,11	3 630,91
Shanxi	212,00	200,37	228,06
Sichuan	172,92	165,86	179,90
Tianjin	890,86	798,86	1 090,04
Tibet	2,22	2,01	2,44
Xinjiang	11,75	10,32	13,12
Yunnan	114,16	106,84	120,07
Zhejiang	462,84	425,86	425,86

Kilde: China Statistical Yearbook, 1997-2010

Vedlegg 6 Testresultater fra Modified Wald test for å teste for heteroskedastisitet og Wooldrige test for å teste for seriekorrelasjon

Heteroskedastisitet: En Modified Wald test påviser at vi står overfor heteroskedastiske restledd i datasettet. Dette er kontrollert for ved å bruke alternativet "robust" i estimeringene.

```
. ssc install xttest3
checking xttest3 consistency and verifying not already installed...
installing into c:\ado\plus\...
installation complete.

. xttest3

Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity
in fixed effect regression model

H0:  $\sigma(i)^2 = \sigma^2$  for all i

chi2 (31) =      5361.53
Prob>chi2 =      0.0000
```

Seriekorrelasjon: Wooldrige test for å teste for seriekorrelasjon i datasettet.

```
. xtserial so2_kg_prcap real_gdp_prc real_gdp_prc2 real_gdp_prc3

Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first order autocorrelation
      F( 1,      30) =      44.834
      Prob > F =      0.0000

. xtserial sot_kg_new real_gdp_prc real_gdp_prc2 real_gdp_prc3

Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first order autocorrelation
      F( 1,      30) =      14.509
      Prob > F =      0.0006

. xtserial stv_kg_prc real_gdp_prc real_gdp_prc2 real_gdp_prc3

Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first order autocorrelation
      F( 1,      30) =      15.376
      Prob > F =      0.0005

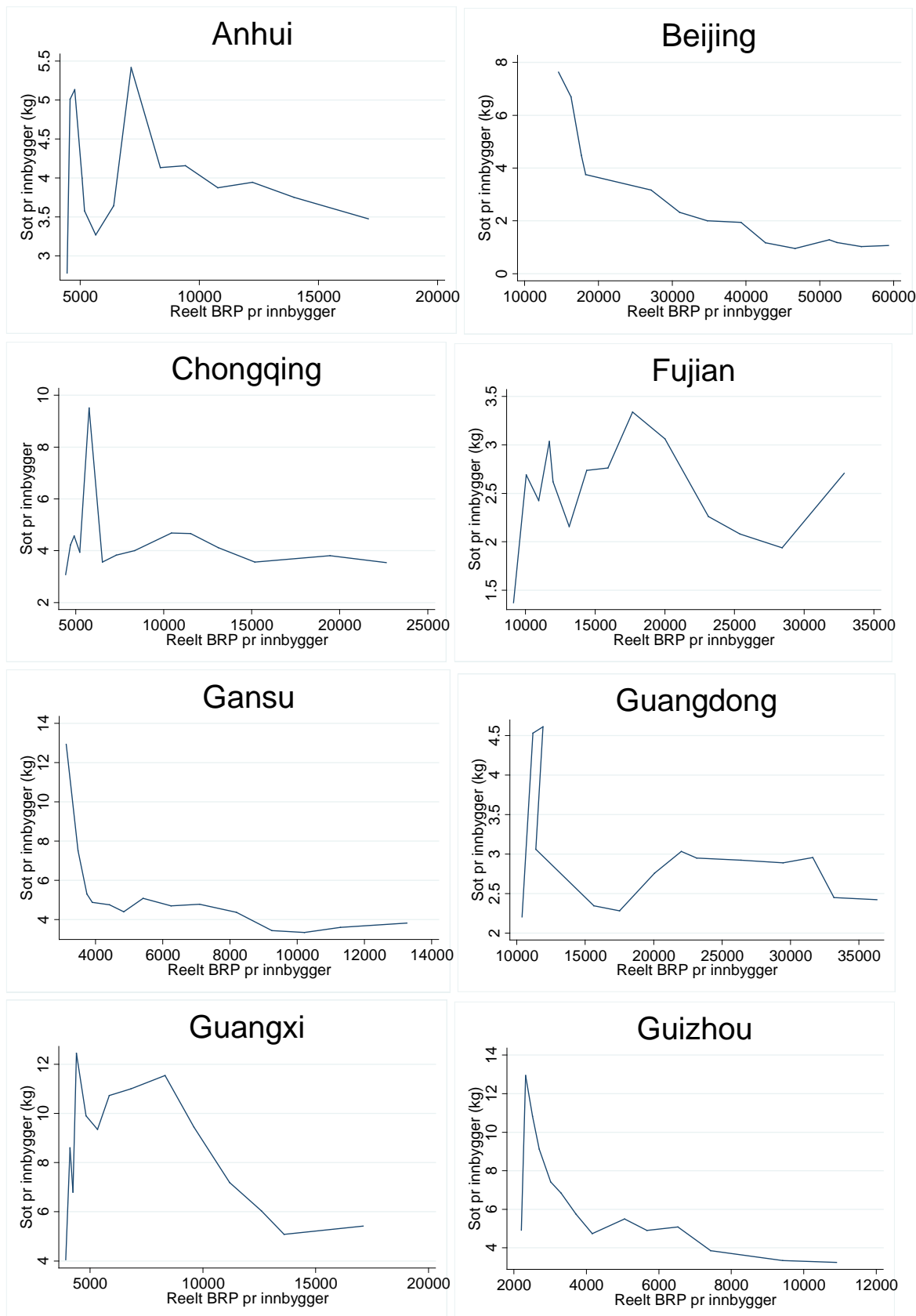
. xtserial fast_kg_prc real_gdp_prc real_gdp_prc2 real_gdp_prc3

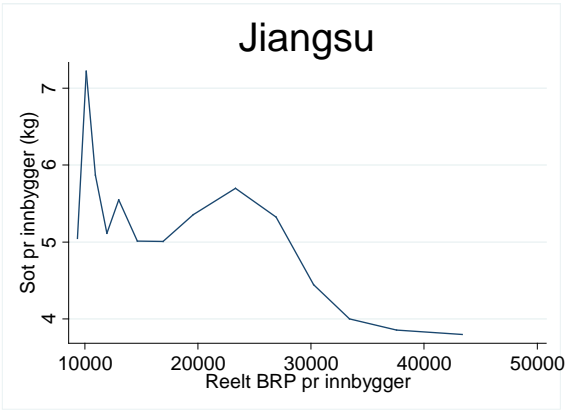
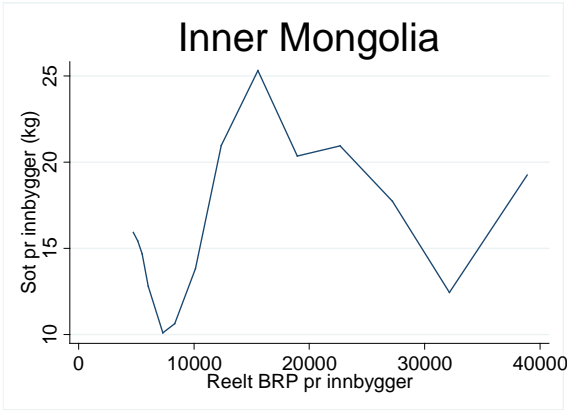
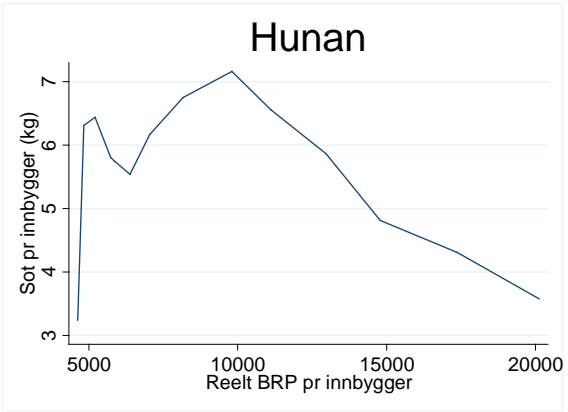
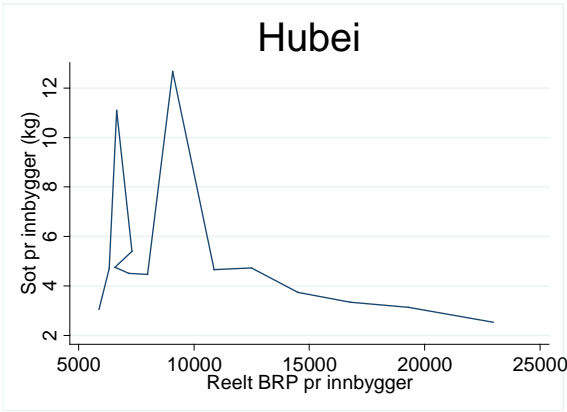
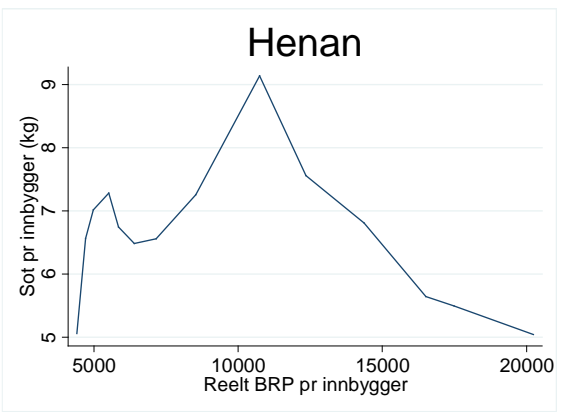
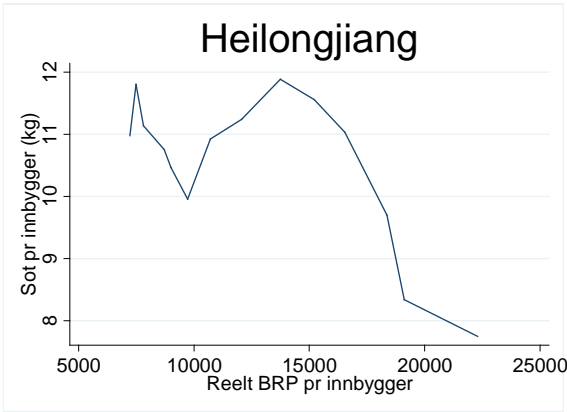
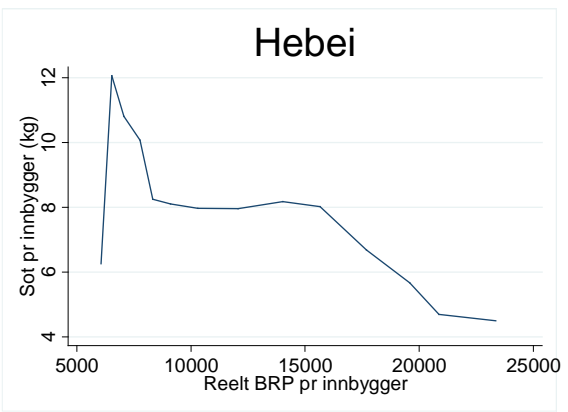
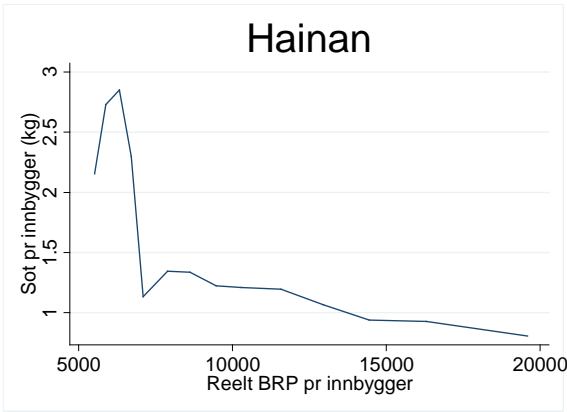
Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first order autocorrelation
      F( 1,      30) =      37.517
      Prob > F =      0.0000

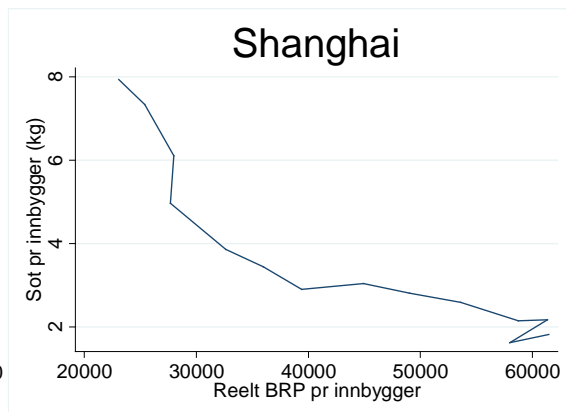
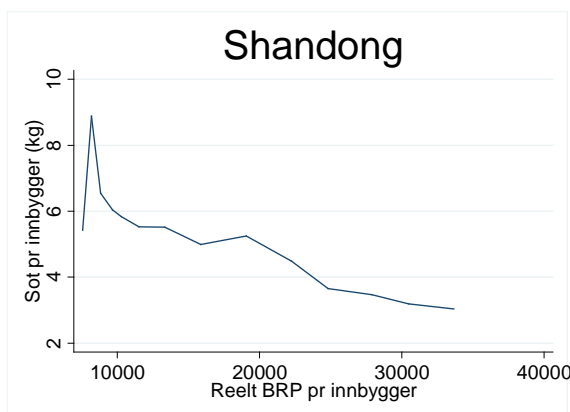
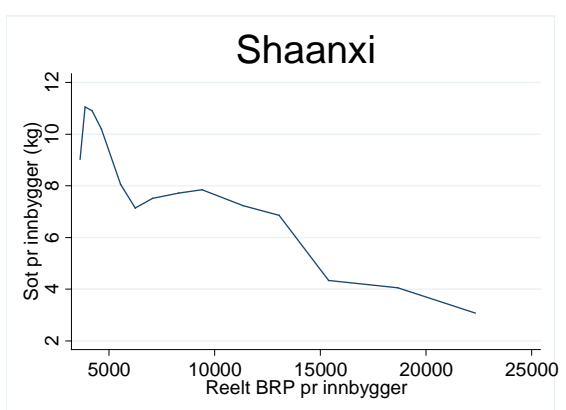
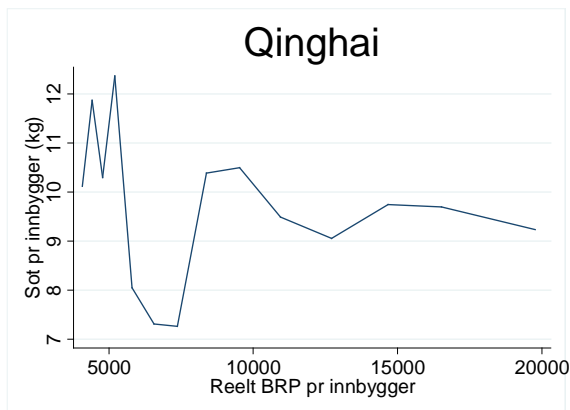
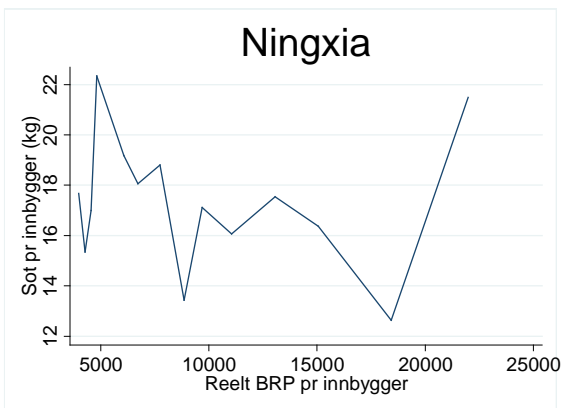
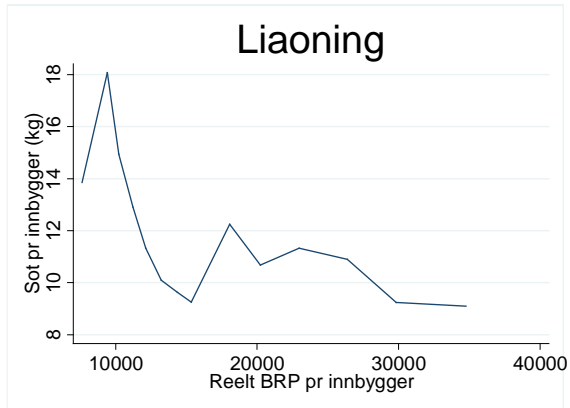
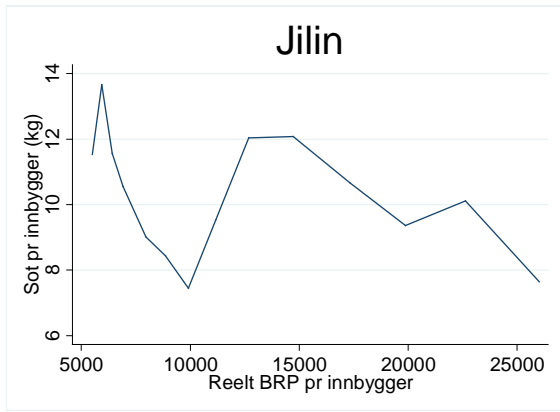
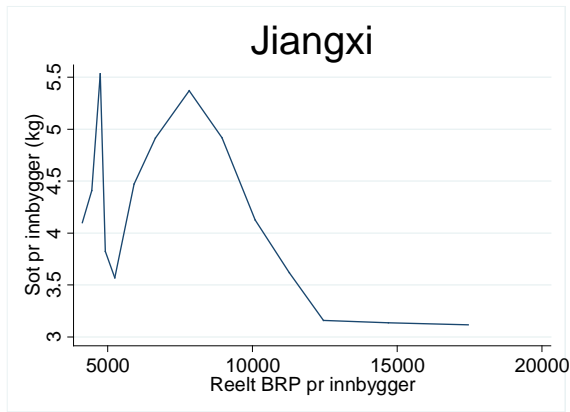
. xtserial vann_kg_prc real_gdp_prc real_gdp_prc2 real_gdp_prc3

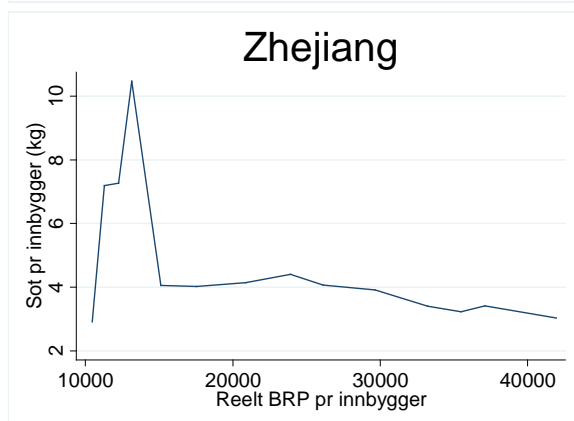
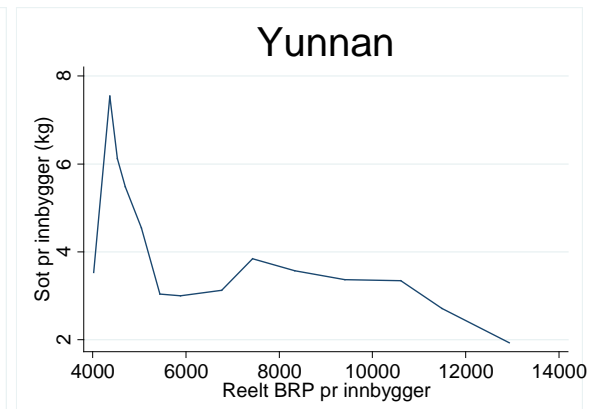
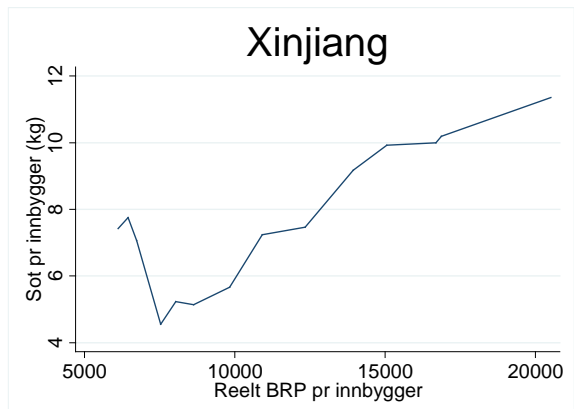
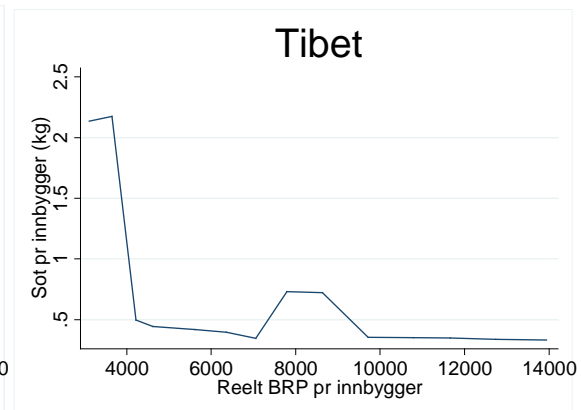
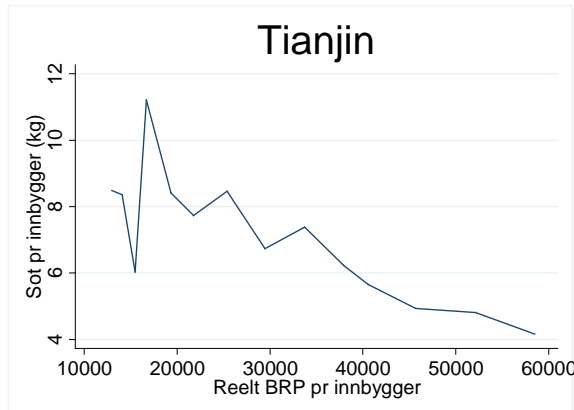
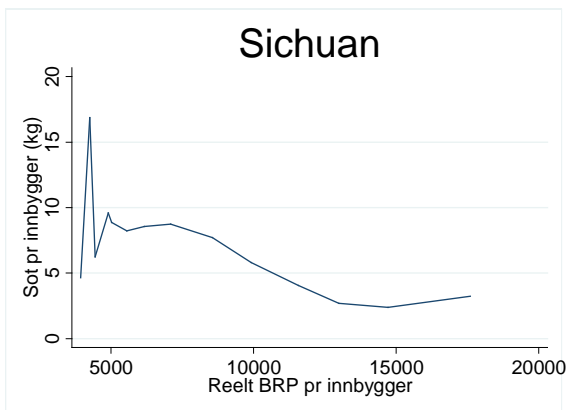
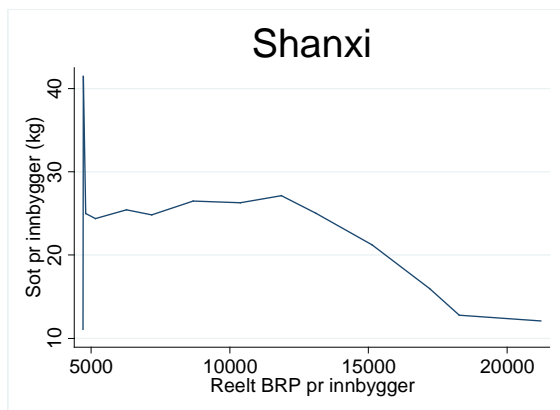
Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first order autocorrelation
      F( 1,      30) =      15.749
      Prob > F =      0.0004
```

Vedlegg 7 Grafisk fremstilling av forholdet mellom utslipp av miljøindikator sot per innbygger (kg) og BRP per innbygger (faktisk Yuan 1997-priser) på provinsnivå.



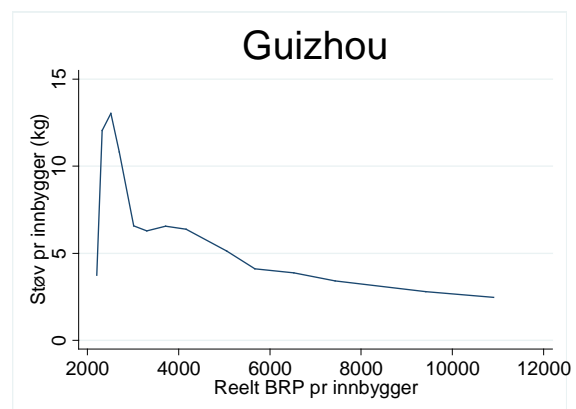
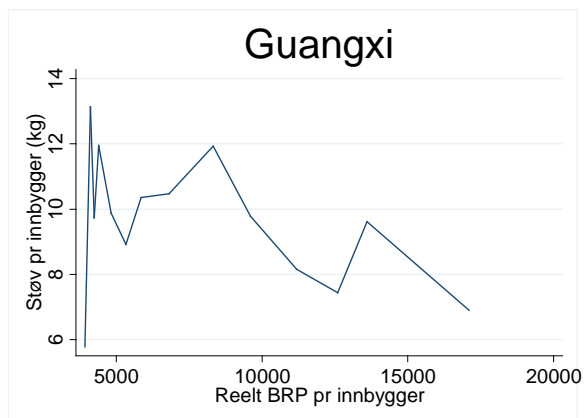
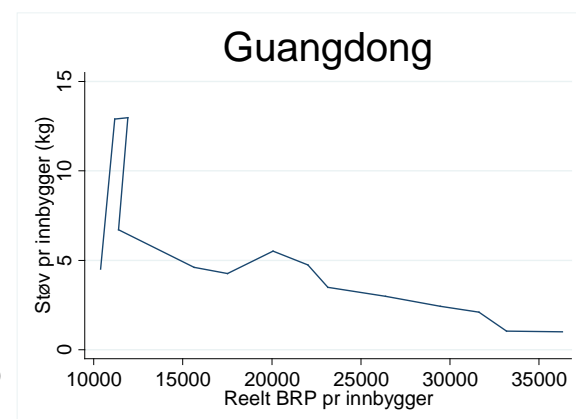
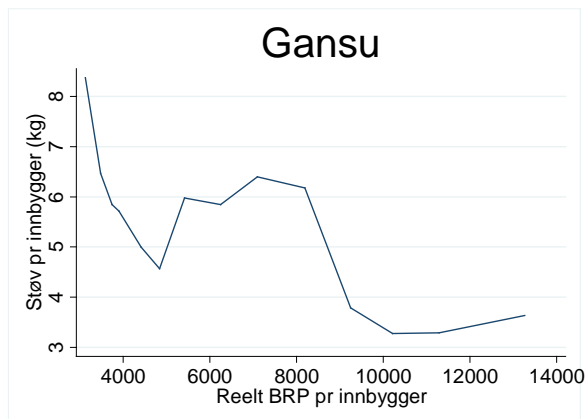
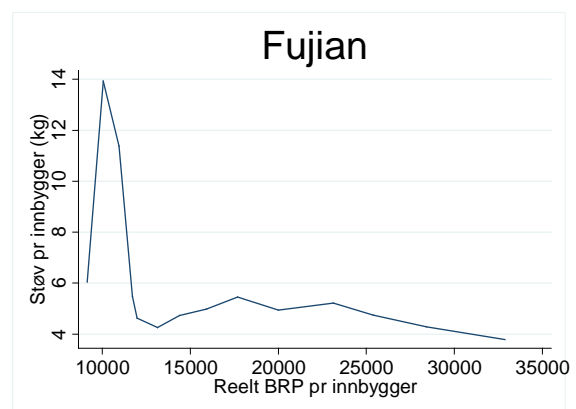
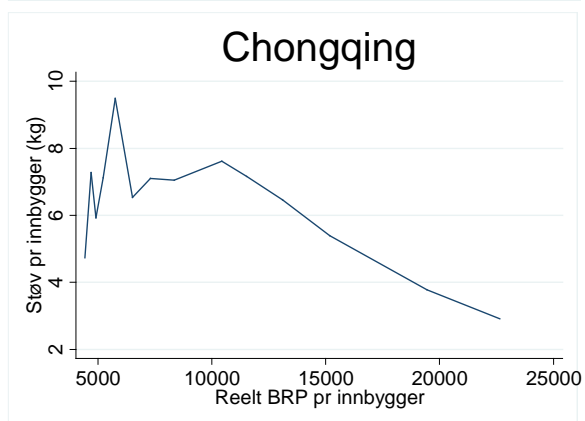
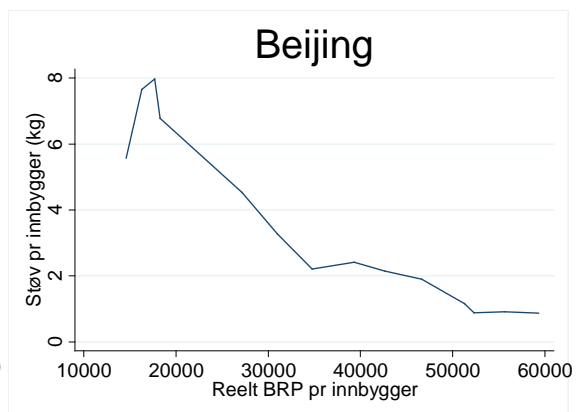
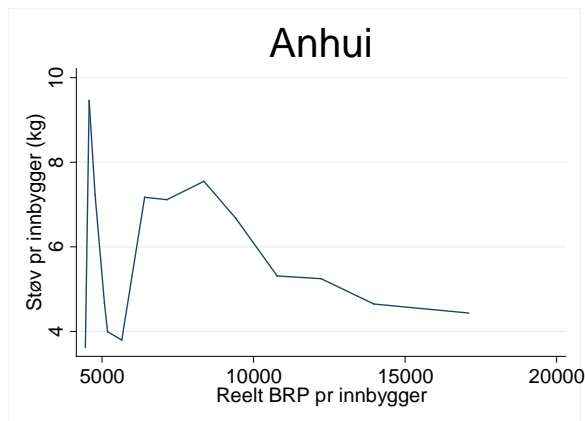


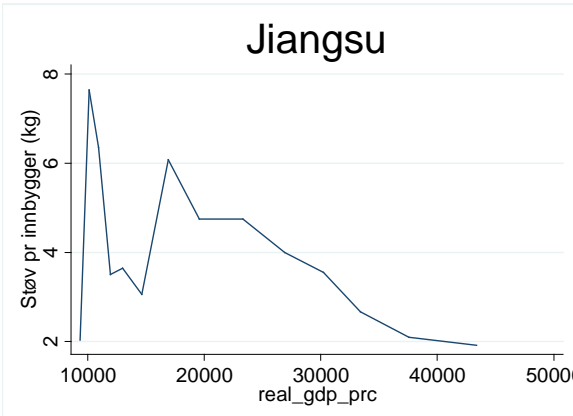
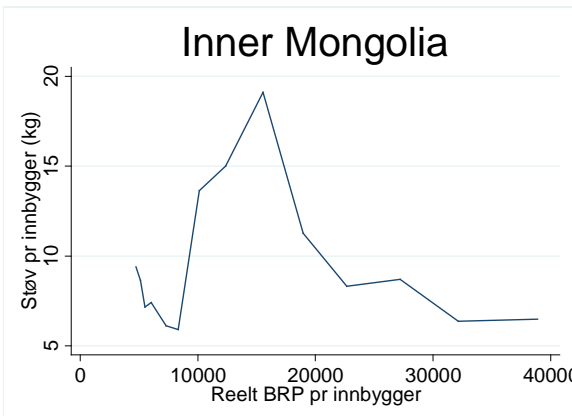
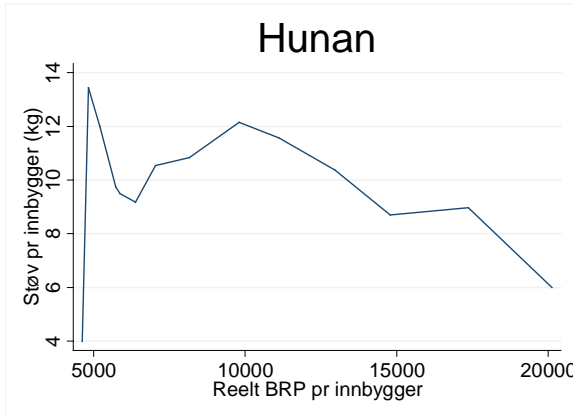
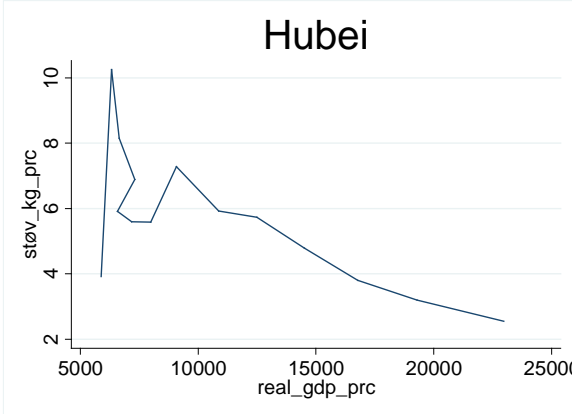
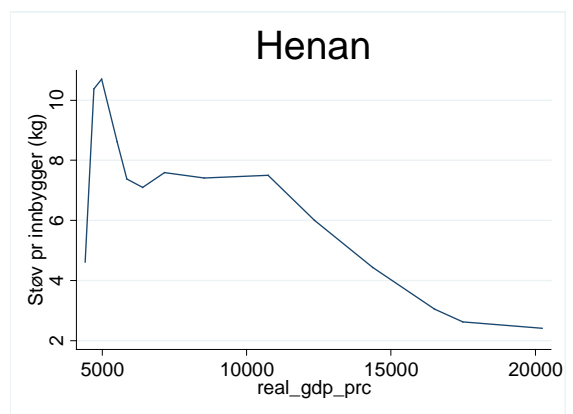
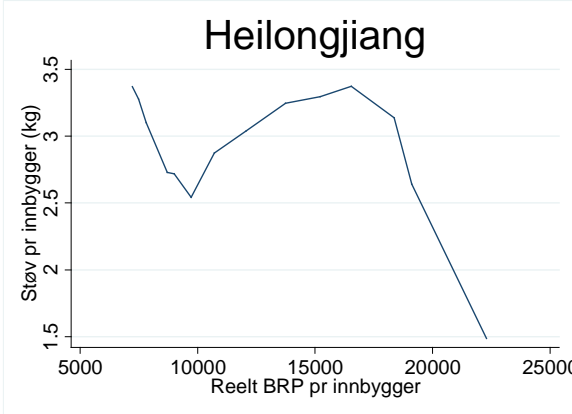
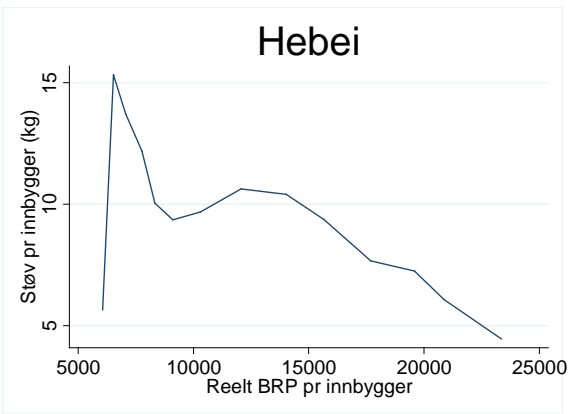
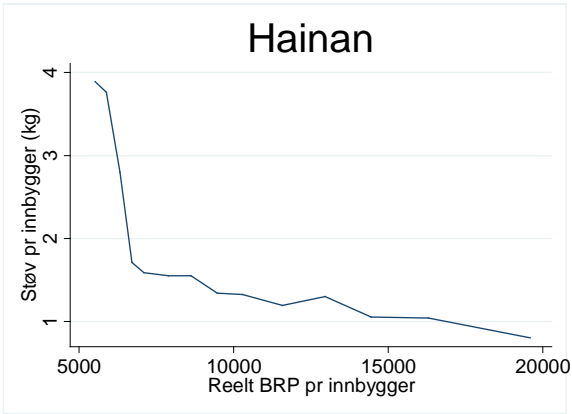


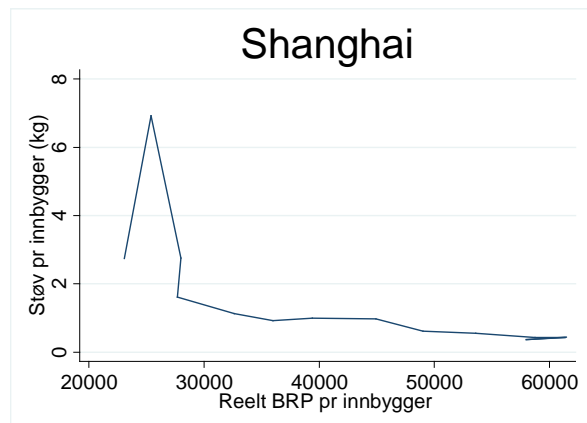
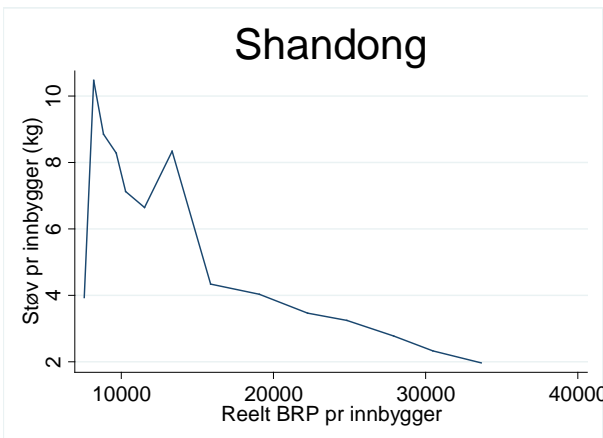
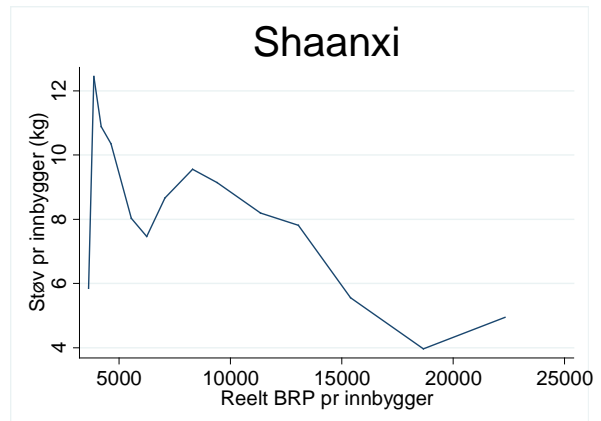
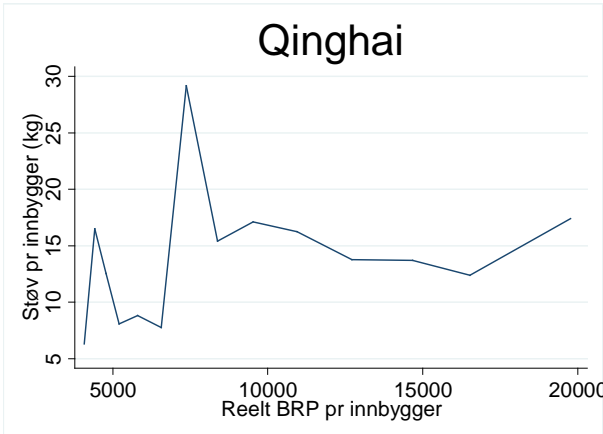
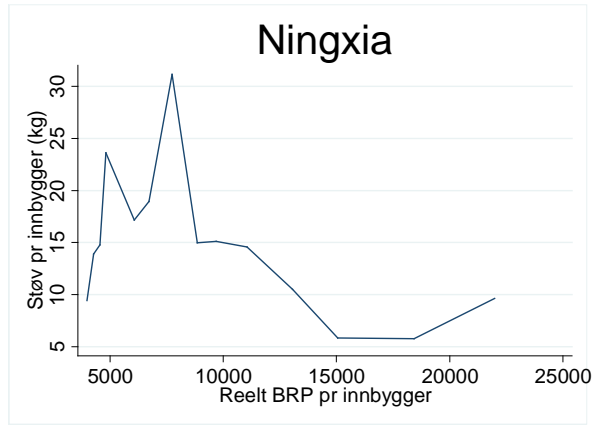
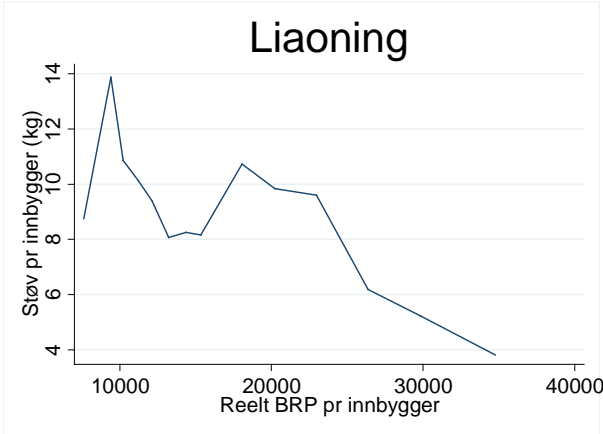
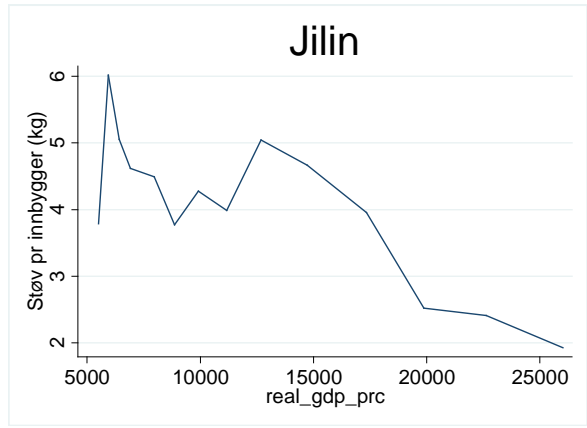
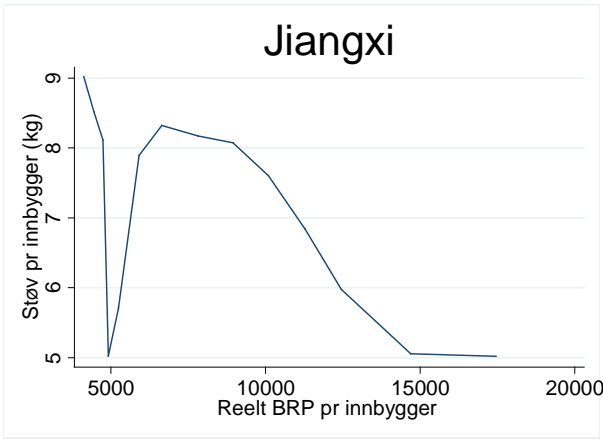


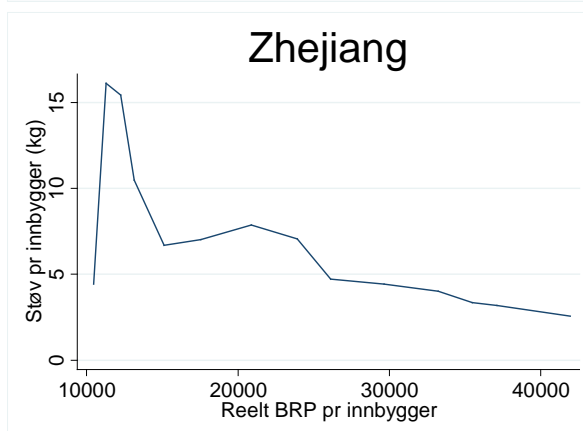
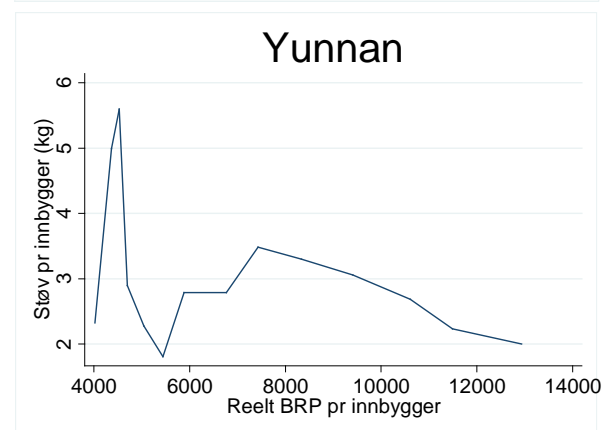
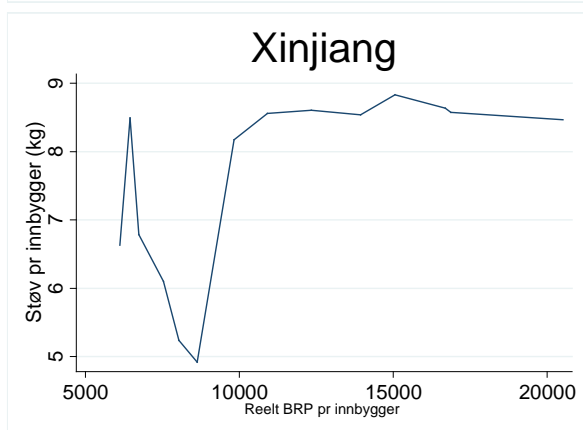
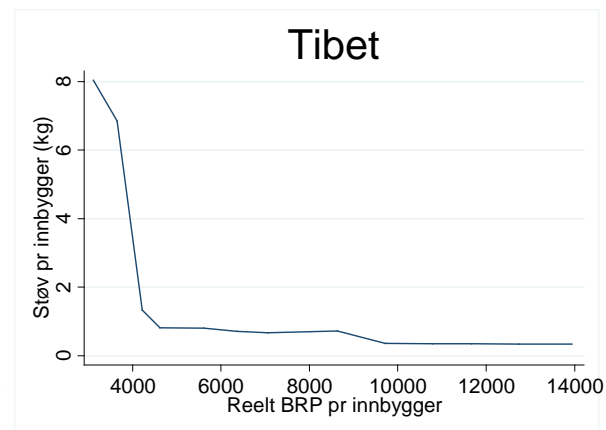
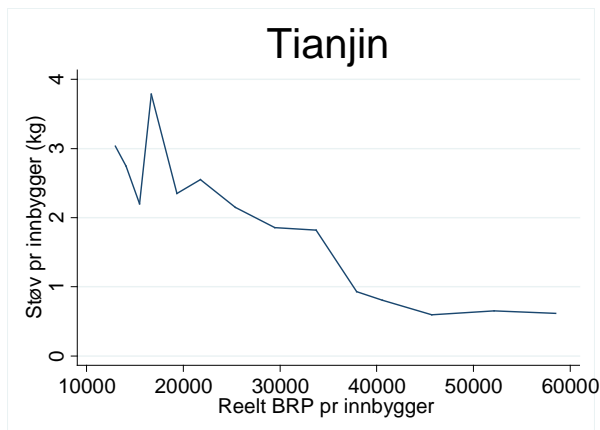
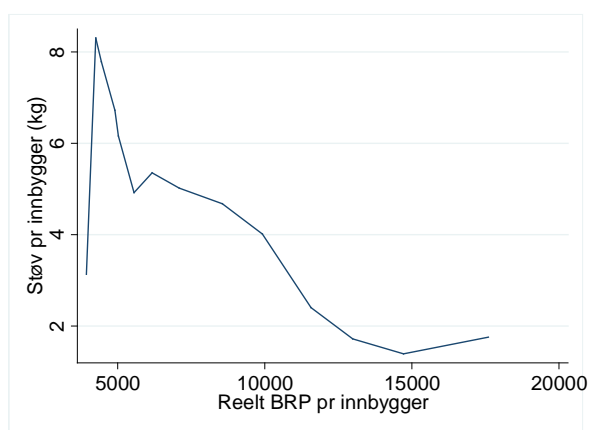
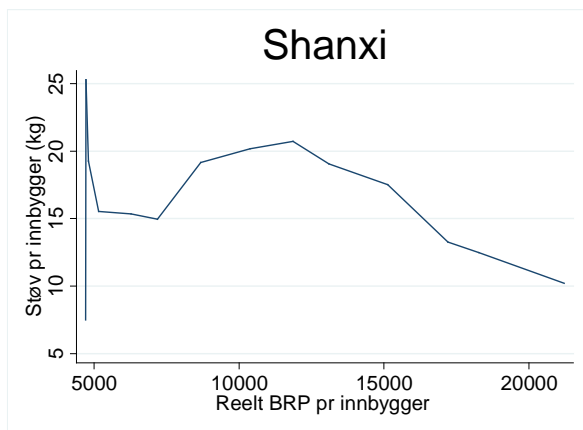
Kilde: China Statistical Yearbook 1997-2010/ China Geo-Explorer

Vedlegg 8 Grafisk fremstilling av forholdet mellom utslipp av miljøindikator støv per innbygger (kg) og BRP per innbygger (faktisk Yuan 1997-priser) på provinsnivå.



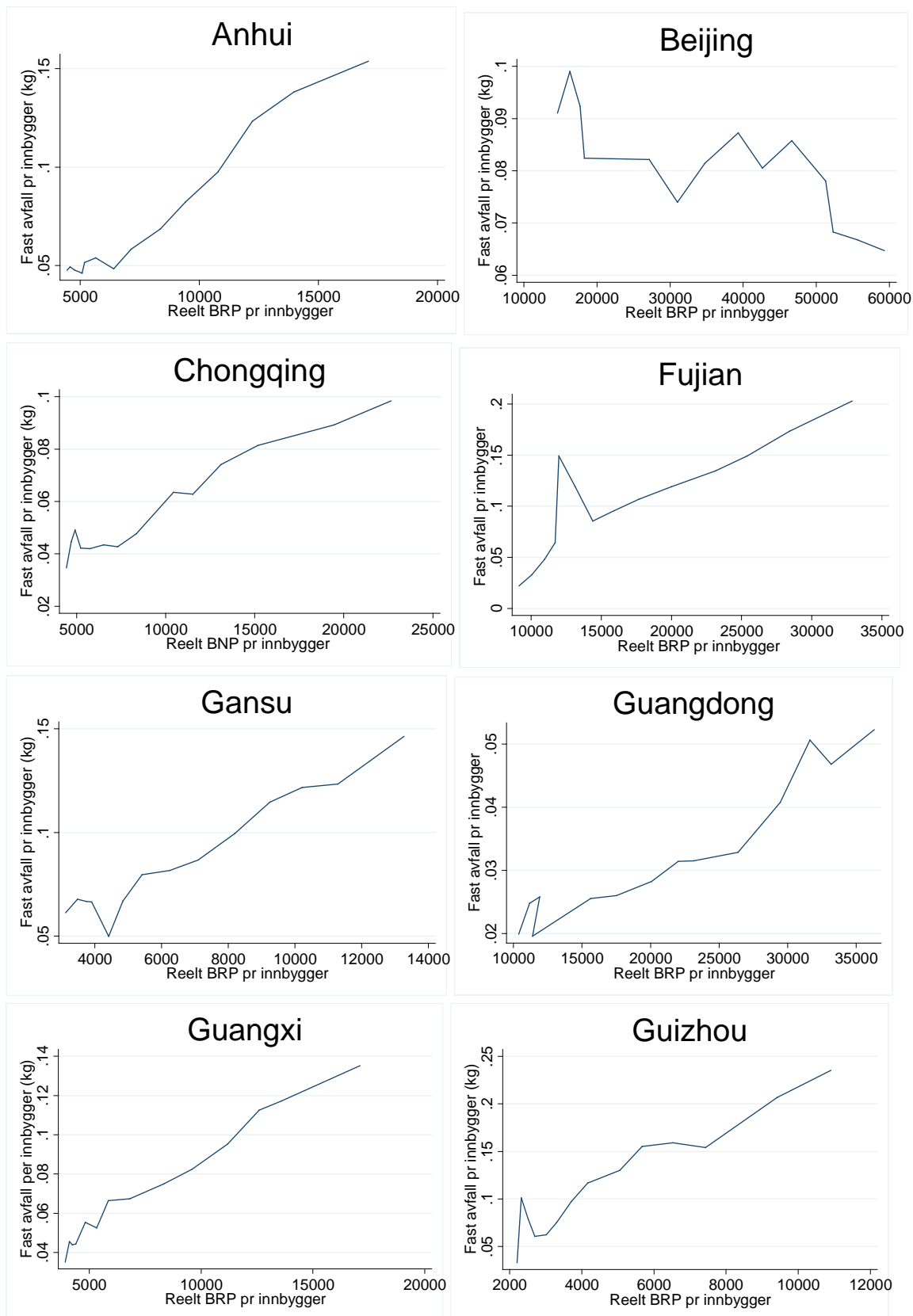


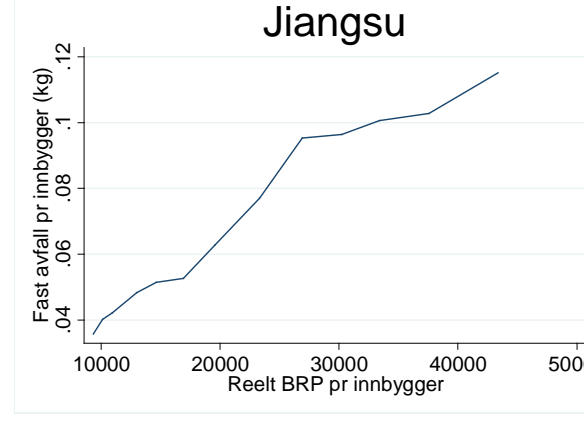
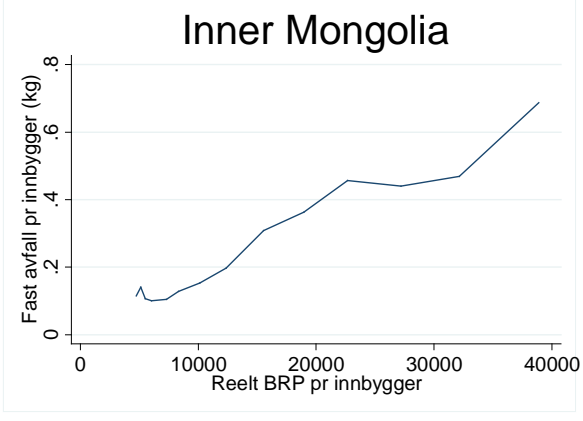
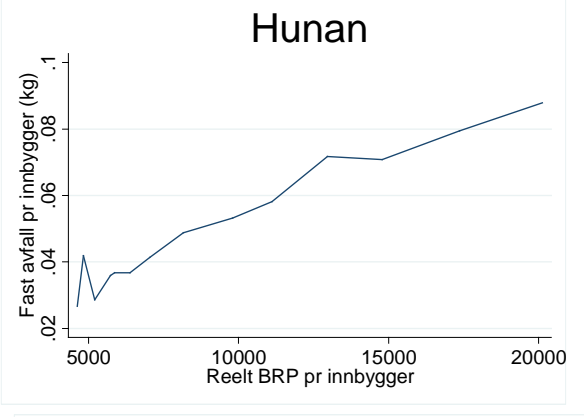
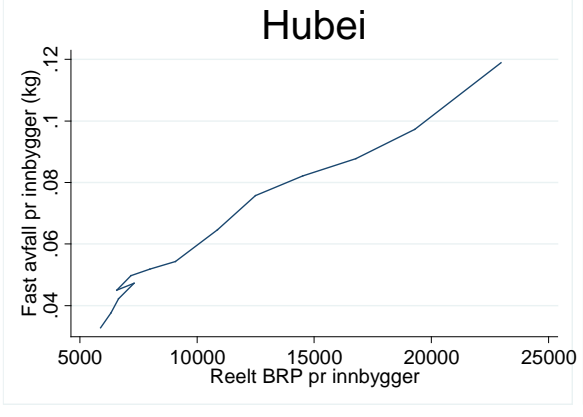
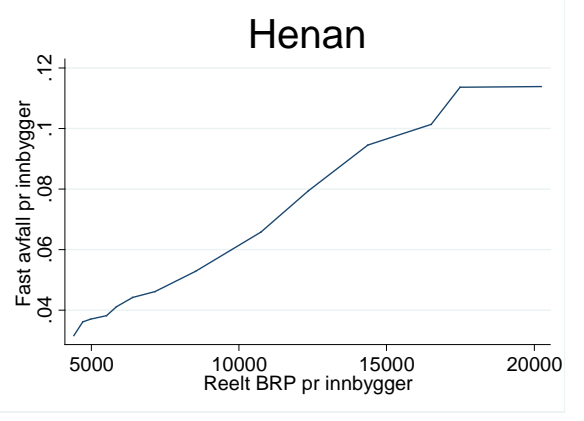
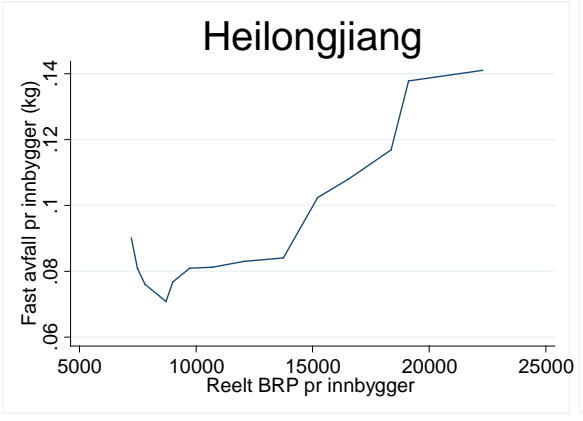
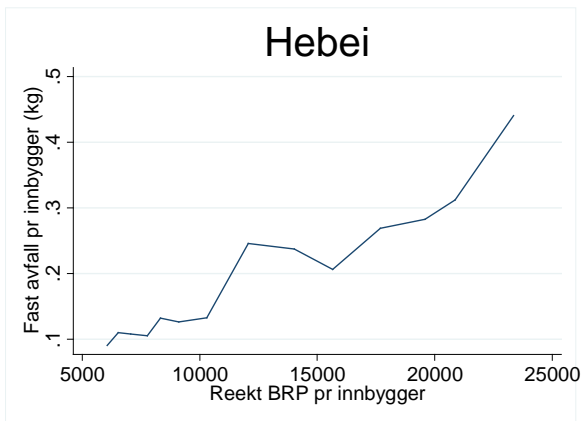
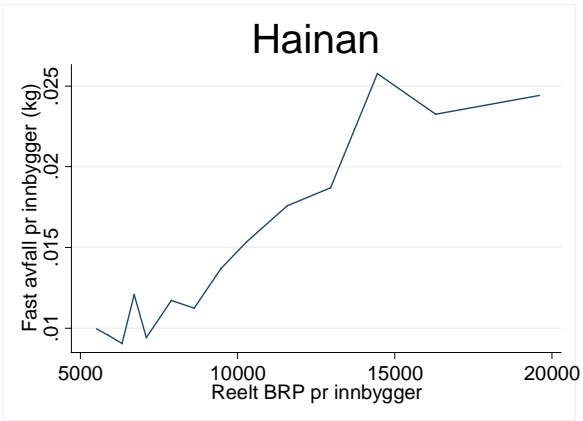


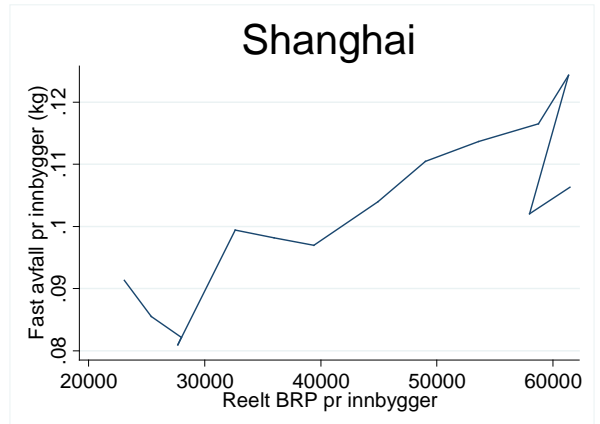
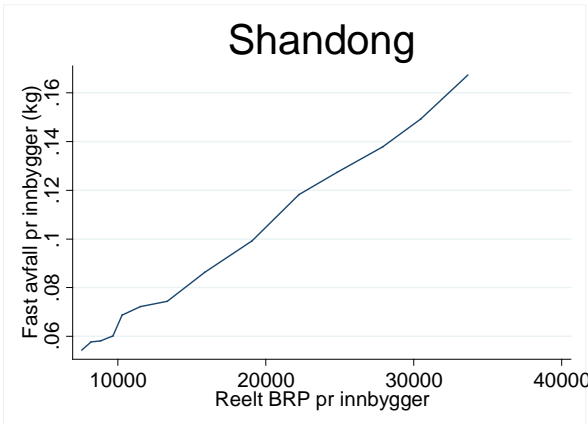
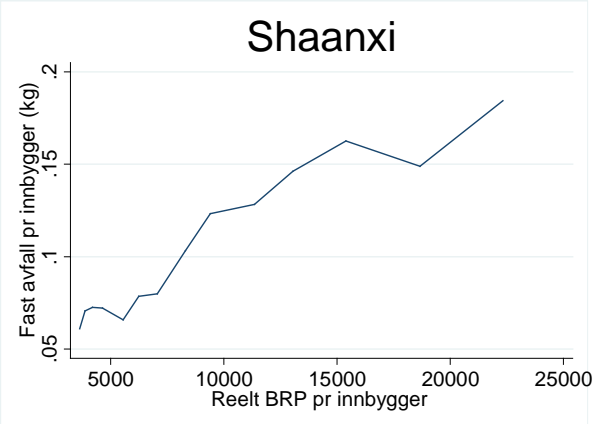
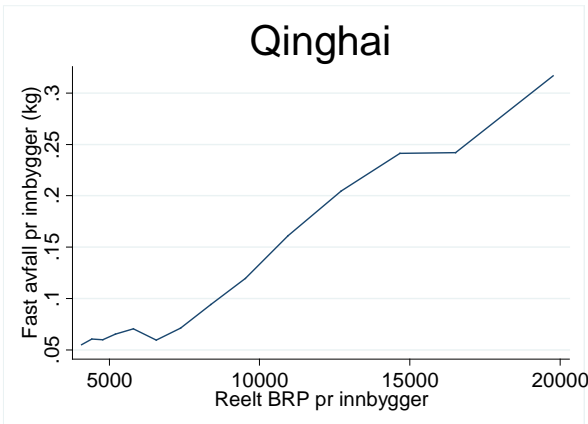
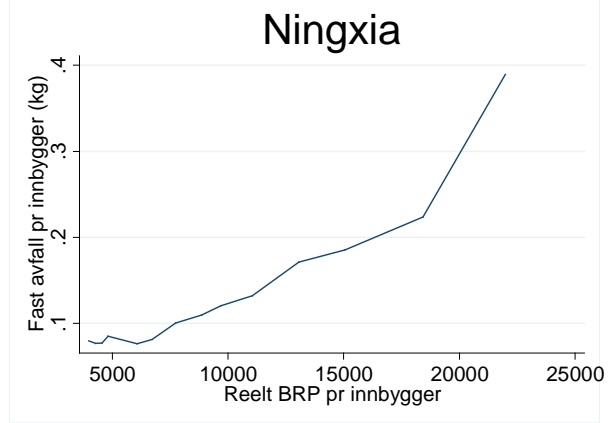
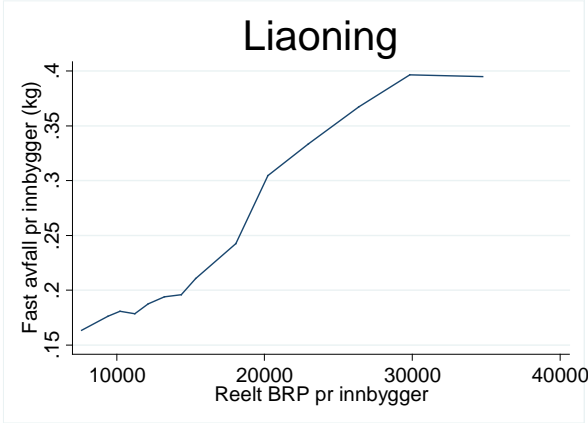
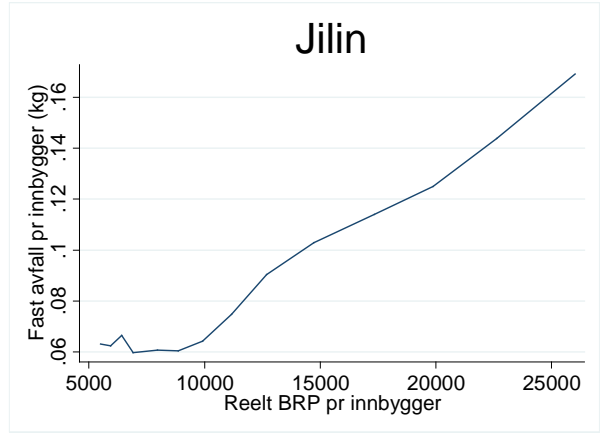
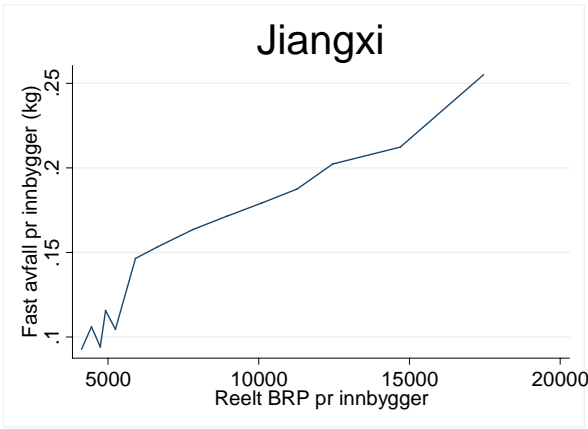


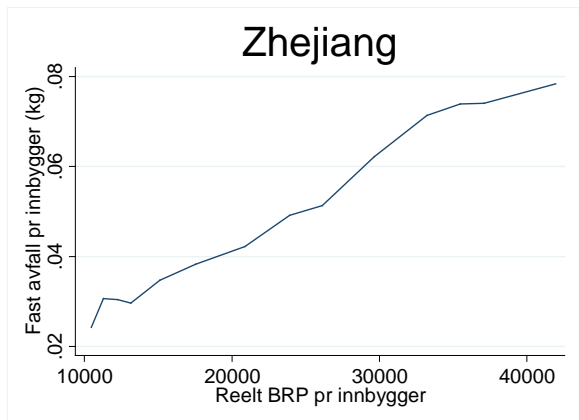
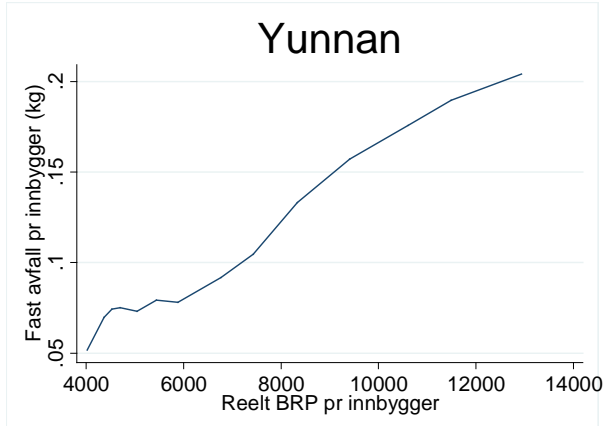
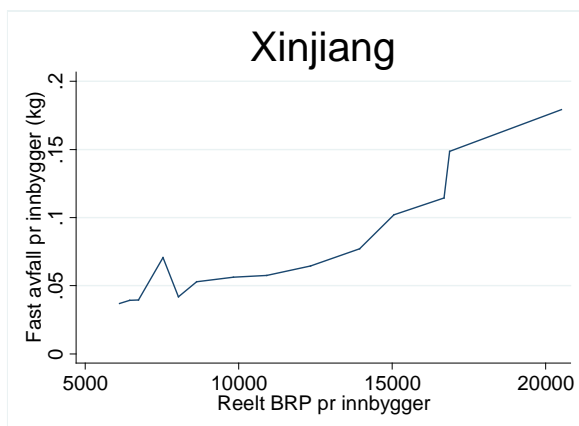
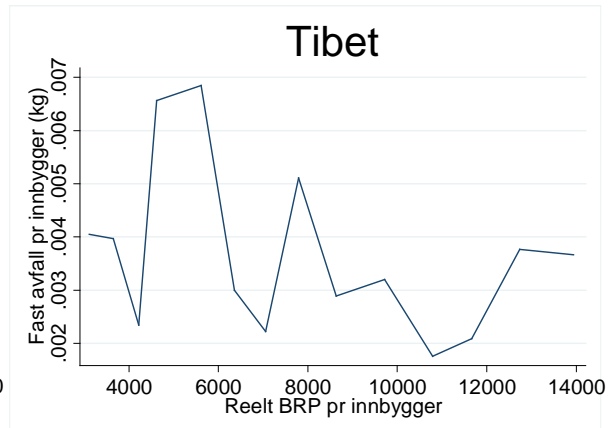
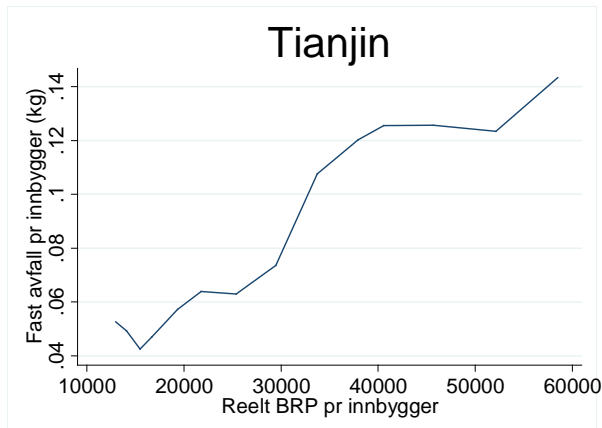
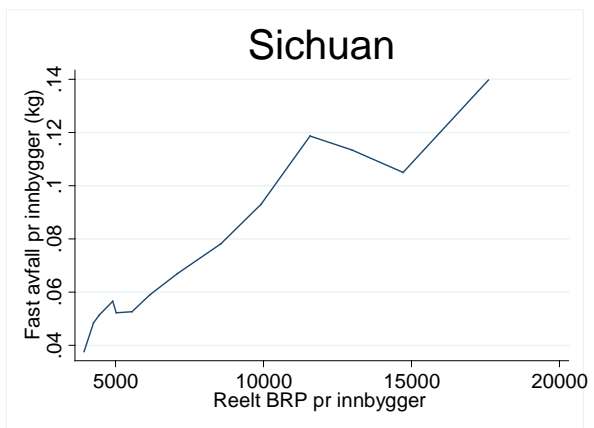
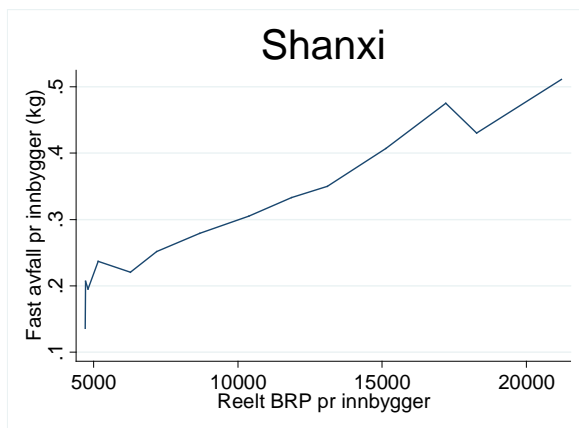
Kilde: China Statistical Yearbook 1997-2010/ China Geo-Explorer

Vedlegg 9 Grafisk fremstilling av forholdet mellom utslipp av miljøindikator fast avfall per innbygger (kg) og BRP per innbygger (faktisk Yuan 1997-priser) på provinsnivå.



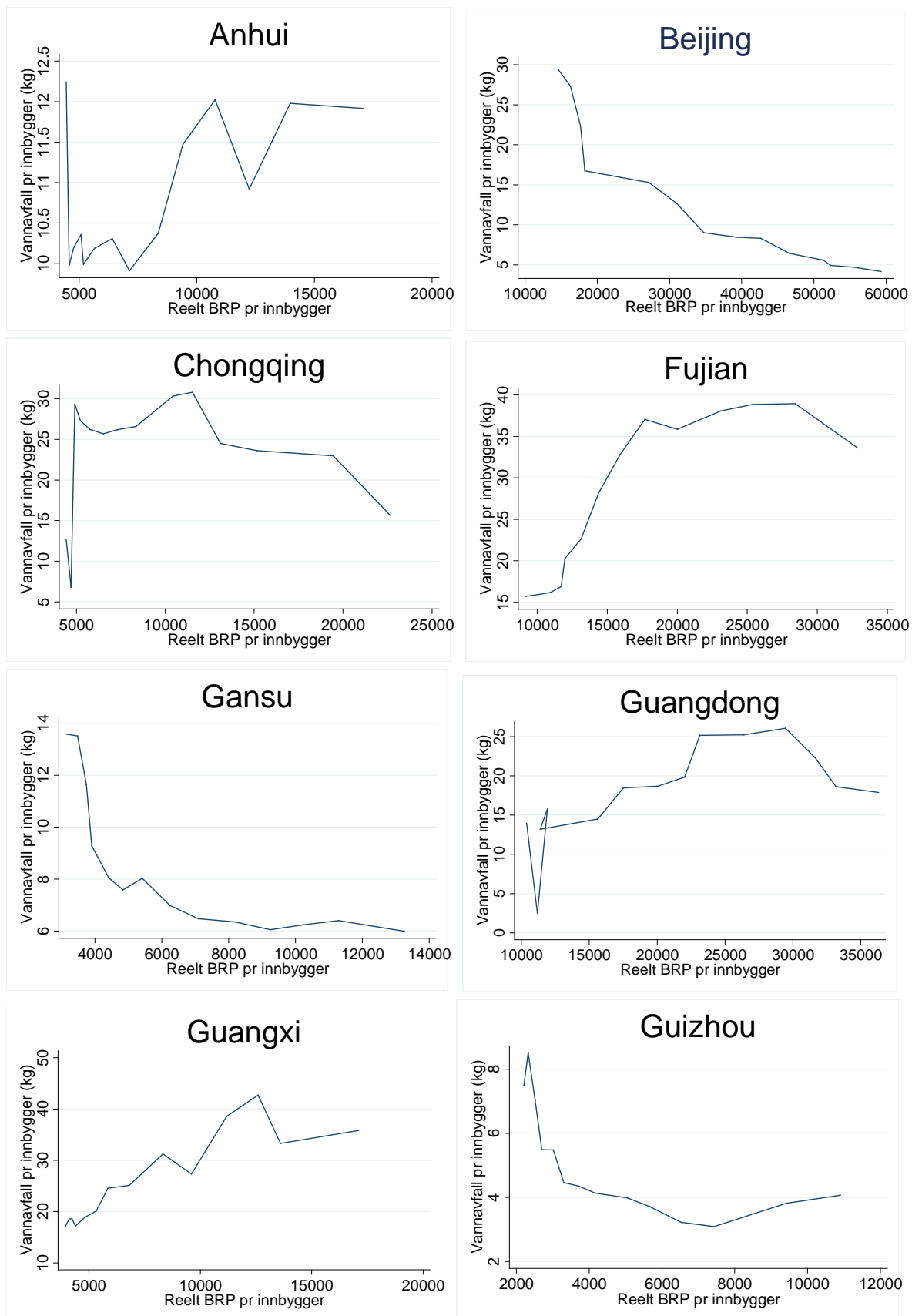


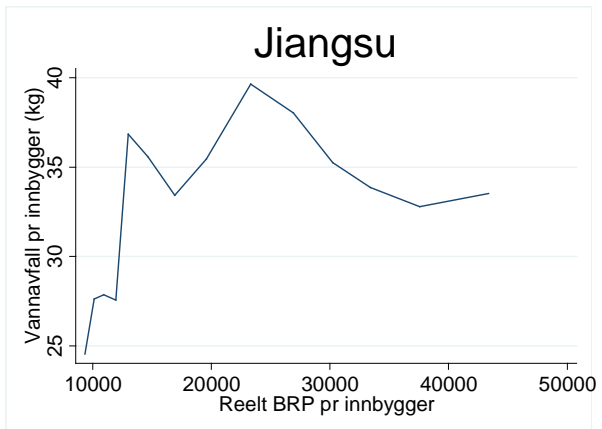
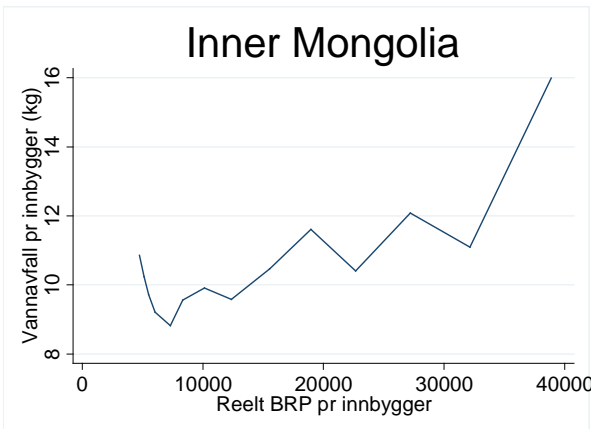
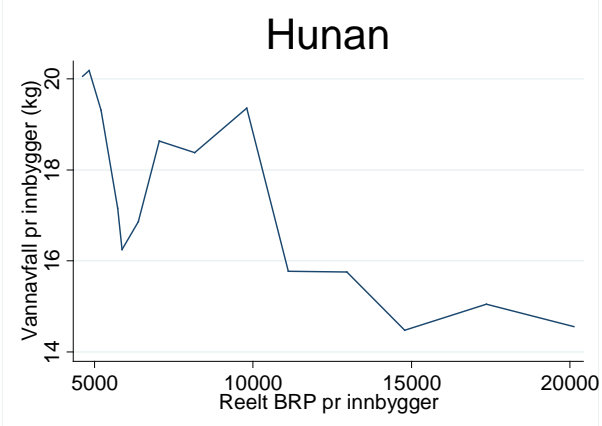
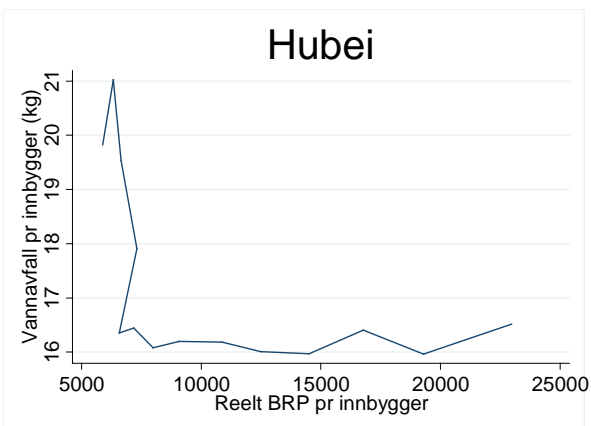
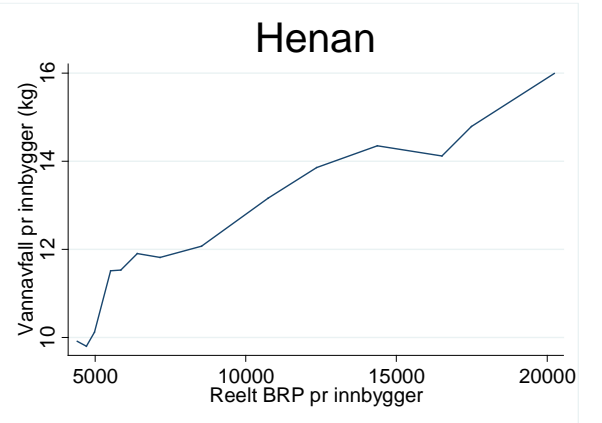
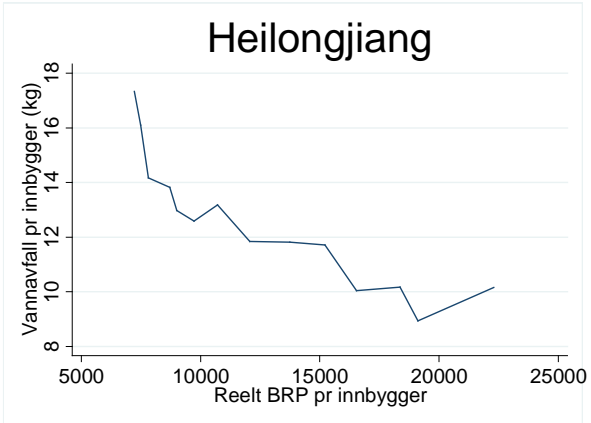
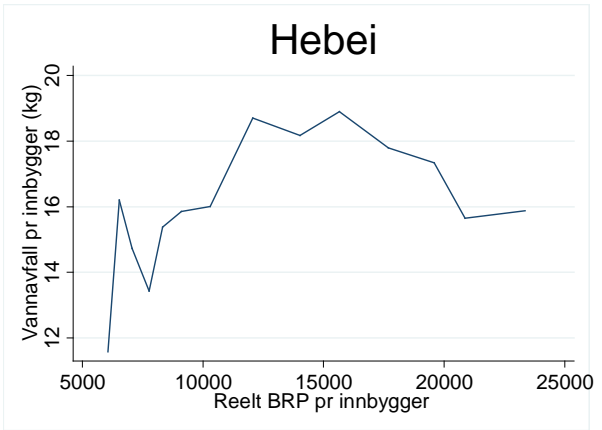
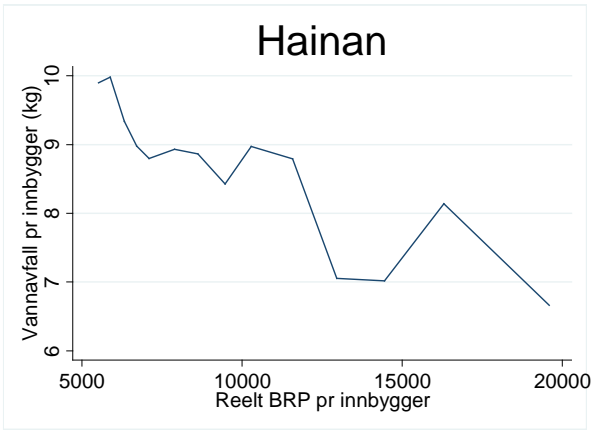


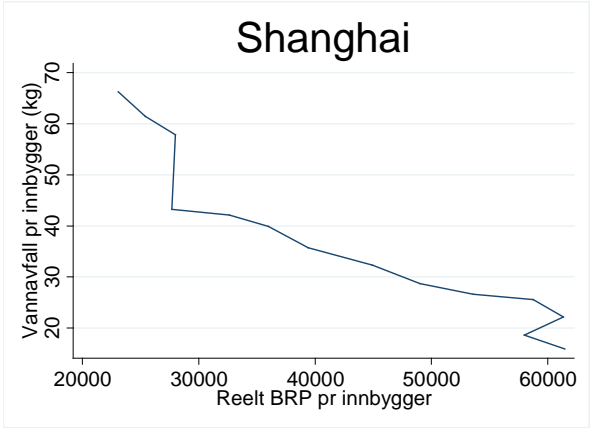
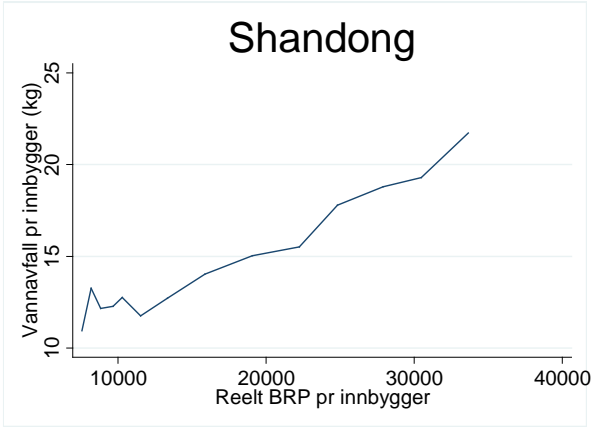
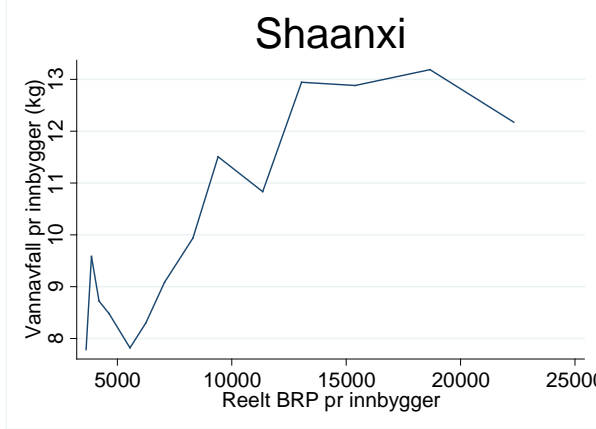
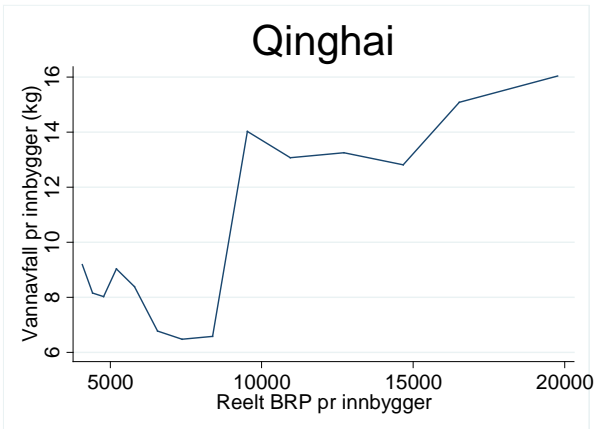
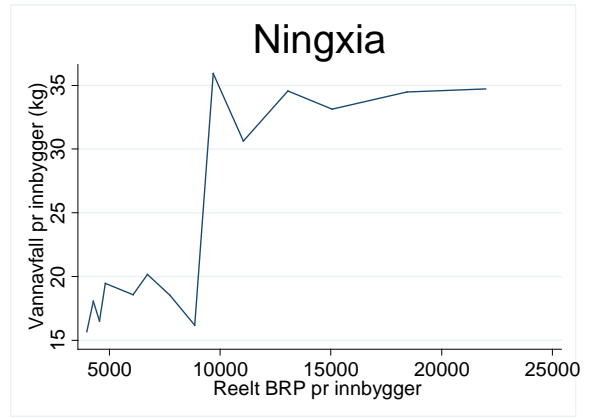
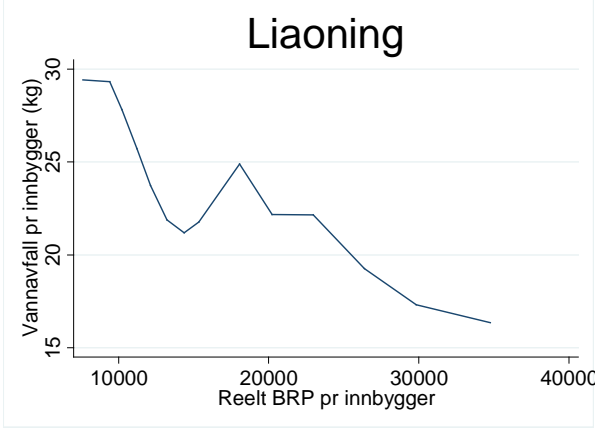
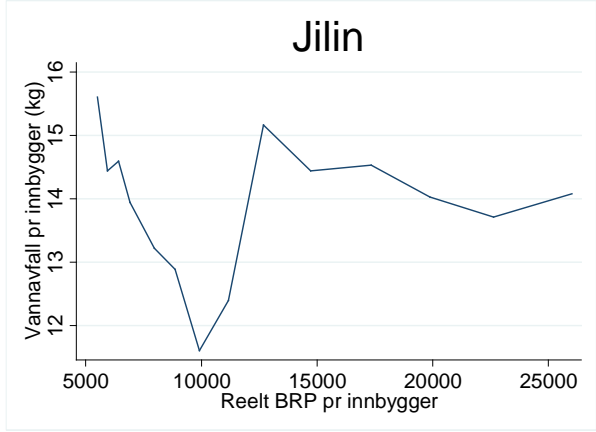
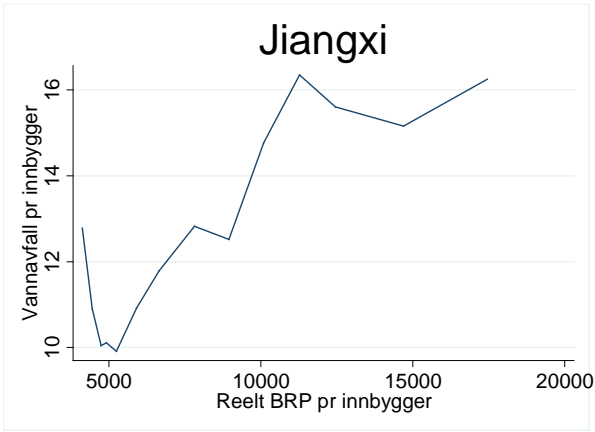


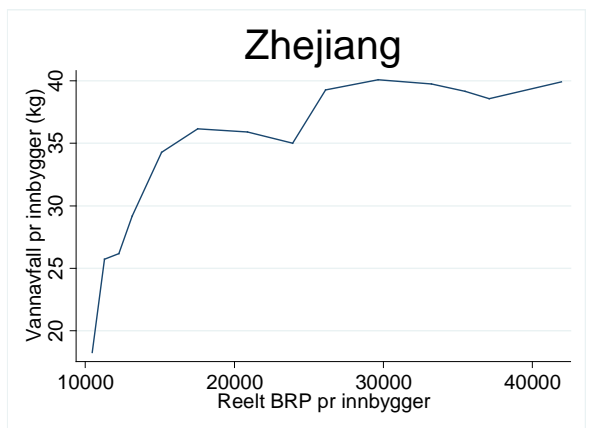
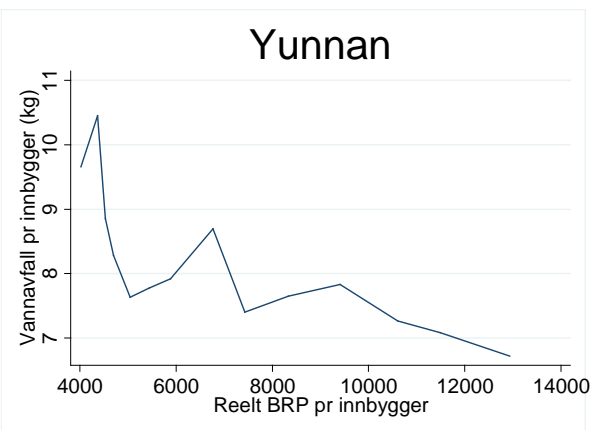
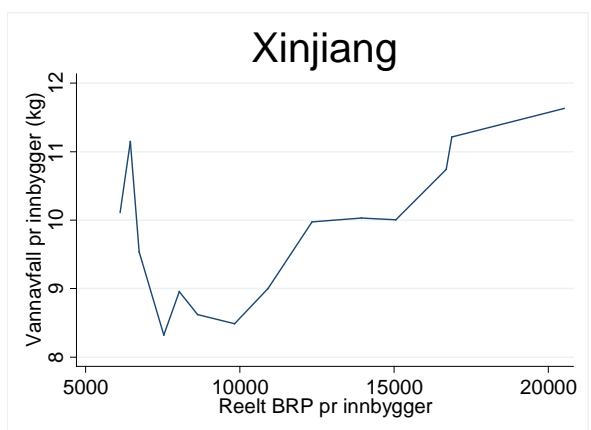
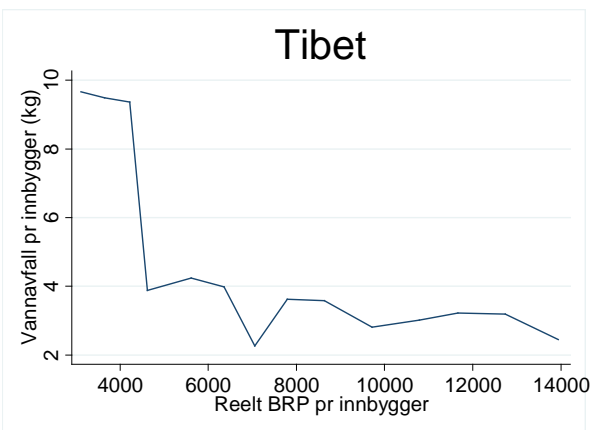
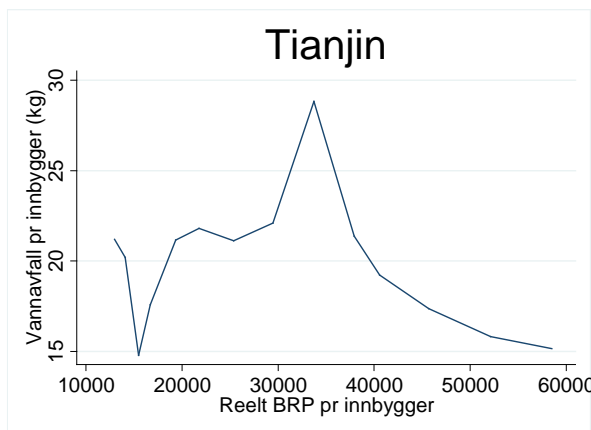
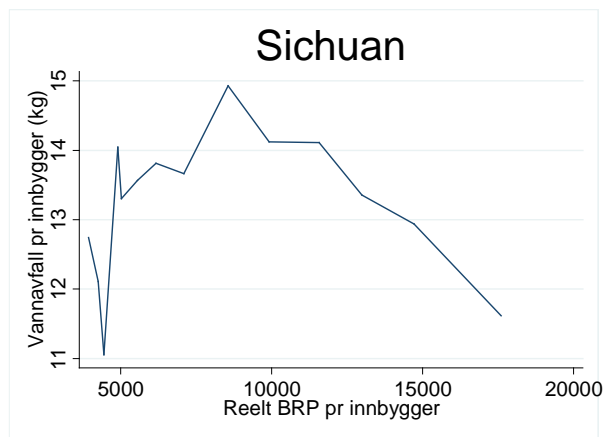
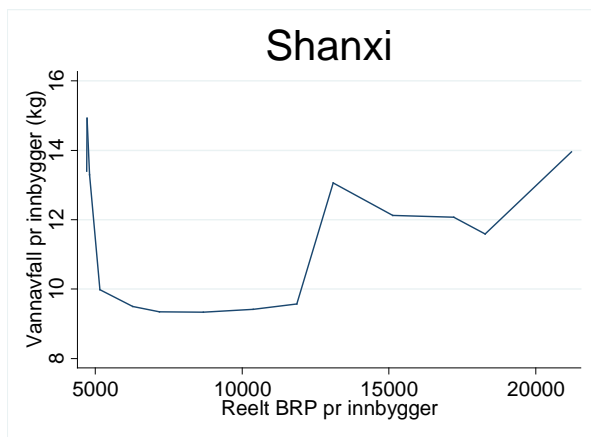
Kilde: China Statistical Yearbook 1997-2010/ China Geo-Explorer

Vedlegg 10 Grafisk fremstilling av forholdet mellom utslipp miljøindikator vannavfall per innbygger (kg) og BRP per innbygger (faktisk Yuan 1997-priser) på provinsnivå.









Kilde: China Statistical Yearbook 1997-2010/ China Geo-Explorer

Vedlegg 11 Resultater fra estimering av miljøindikatorer i årene 1997-2006.

VARIABLER	(1) LOG Svoveldioksid	(2) LOG Sot	(3) LOG Støv	(4) LOG Fast avfall	(5) LOG Vannavfall
LOG Reelt BRP per innbygger	-58.59363*** (15.99192)	-83.18756*** (21.78012)	-86.77616*** (24.94856)	-23.41719 (20.47293)	-89.50523*** (20.63248)
LOG Reelt BRP per innbygger ²	6.48996*** (1.73545)	9.05586*** (2.32623)	9.60962*** (2.60809)	2.57719 (2.17242)	9.68339*** (2.21030)
LOG Reelt BRP per innbygger ³	-0.23767*** (0.06286)	-0.32859*** (0.08283)	-0.35441*** (0.09057)	-0.09293 (0.07698)	-0.34640*** (0.07929)
Tidstrend	0.02145 (0.02265)	0.01073 (0.02635)	-0.00203 (0.01982)	0.03827 (0.02678)	-0.03508 (0.02230)
Observasjoner	310	310	309	309	310
Antall provinser	31	31	31	31	31
RE	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Robust	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Robuste standardfeil i parentes
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Vedlegg 12 Korrelasjon av forklaringsvariabler

```
. corr real_gdp_prc andel syss befol kni ngst real_gdp_sek  
(obs=434)
```

	real_g~c	andels~s	befolk~t	real_g~k
real_gdp_prc	1.0000			
andel syss	0.0985	1.0000		
befol kni ngst	0.6700	-0.0284	1.0000	
real_gdp_sek	0.5327	0.3324	0.2607	1.0000