



Statistics Sweden

Statistiska centralbyrån

# **Konsumtionens klimatpåverkan – en metodstudie av vikter**

## **Samt exempel på hur inhemska drivkrafter kan dekomponeras**

SCB, Stockholm  
08-506 940 00

SCB, Örebro  
019-17 60 00

[www.scb.se](http://www.scb.se)

## Förord

Rapporten är utarbetad på uppdrag av Naturvårdsverket. Syftet med rapporten är att beskriva handelsmönster och strukturer för import av växthusgaser via slutlig konsumtion för att visa på metodskillnader i antaganden som kan göras. Rapporten ger även exempel på hur det är möjligt att förklara inhemska utsläpp av koldioxid via en dekomponeringsanalys.

Miljöräkenskaper är ett system som syftar till att beskriva sambanden mellan miljön och ekonomin. Miljöräkenskapssystemet gör det genom att mäta bidrag från miljön till ekonomin (t.ex. användning av råmaterial, vatten, energi och mark) och påverkan på miljön från ekonomin (utsläpp till luft och vatten samt avfall). Miljöräkenskapssystemet visar även de miljörelevanta transaktioner som finns i nationalräkenskapssystemet.

Inom FN har man utarbetat en statistisk standard om miljöräkenskaper, System of Environmental-Economic Accounting Central Framework (SEEA CF).

Enligt FN ska ett miljöräkenskapssystem täcka in:

- flöden av material i ekonomin
- ekonomiska variabler av miljöintresse
- naturresurser och stockar (förråd eller lager)

Rapporten är framtagen av SCB:s enhet för Miljöekonomi och Naturresurser Anders Wadeskog, Nancy Steinbach och Märten Berglund.

## Innehåll

Förord .....	2
Sammanfattning .....	4
1. Bakgrund .....	7
1.2 Syfte .....	7
2. Metodstudie över handelns klimatpåverkan .....	8
2.1 Inledning .....	8
2.2 Metod .....	10
2.3 En beskrivning av statistiken för växthusgaser – olika perspektiv .....	14
2.4 En djupdykning – import och export .....	17
2.5 De viktade utsläppen i andra länder – utveckling och fördelning .....	21
2.6 En jämförelse mellan en enkel IO och en multiregional modell .....	24
2.7 Relationerna mellan handel och utländska utsläpp .....	33
3. Dekomponeringsansatser .....	37
3.1 En strukturell dekomponeringsanalys .....	37
3.2 Multiregional dekomponeringsanalys .....	43
3.3 Indexbaserad dekomponeringsanalys .....	43
Referenser .....	48

## Sammanfattning

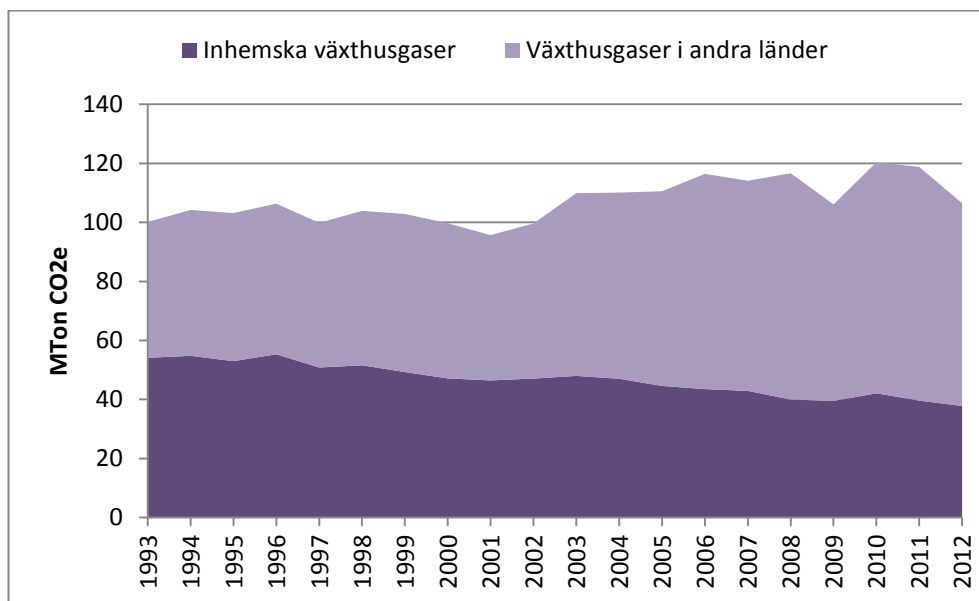
Det uppmärksammas alltmer i media och inom svensk miljöpolitik att Sveriges miljöpåverkan utomlands bör mätas och kunna påverka. Till detta kommer ett intresse av att veta vad det är inom landet som påverkar utsläppen från produktionen av varor och tjänster. Denna rapport beskriver vad som kan påverka beräkningarna för import av klimatgaser via import av varor och tjänster till Sverige. Dessutom finns en kort metodbeskrivning över vad dekomponeringsanalyser innebär, en visar på en strukturell, den andra på en indexbaserad dekomponeringsanalys.

### En metodstudie av vikter för import av klimatgaser via konsumtion

Under några år har Naturvårdsverket publicerat en indikator *Utsläpp av växthusgaser från svensk konsumtion* (diagram S.1) som får allt större uppmärksamhet.

Indikatorn beräknas av SCB och metoden som ligger till grund är framförallt baserad på nationalräkenskapernas input-outputtabeller och miljöräkenskaperna. Både input-outputtabeller och miljöräkenskaperna är statistiska standarder antagna av FN och därmed globalt jämförbara.

### Diagram S.1: Utsläpp av växthusgaser från svensk konsumtion<sup>1</sup>



Källa: SCB och Naturvårdsverket. 1) konsumtion enligt nationalräkenskaperna slutlig inhemsk användning

Det finns idag flera internationella modeller i forskarvärlden som beräknar hur mycket konsumtion i ett land påverkar utsläpp, som i det här fallet består av växthusgaser, i ett annat land. Konceptet konsumtion spänner över hela ekonomin, och som inom nationalräkenskaperna vanligtvis heter "slutlig inhemsk användning".

De modeller som beräknar miljöpåverkan från konsumtion globalt brukar gå under benämningen *Multiregionala Input-Output tabeller*. Modellerna skiljer i antal branscher som redovisas och antal parametrar. Modellerna använder olika metoder för att skala upp och skatta data för de länder som inte har fullständiga och årliga input-output tabeller samt olika metoder för att skatta och skala upp miljöpåverkan per bransch<sup>1</sup>. Ingen statistikbyrå i världen har upprättat någon multiregional IO, däremot finns det några statistikbyråer som använder en enkelregional modell med bäring på klimat och energi, t.ex. Nederländerna, Tyskland, Danmark, och så Sverige. Även Eurostat har tagit fram en för EU-regionen enkelregional modell som publiceras årligen.

#### ***Små skillnader på makronivå – exempel WIOD och Sverige***

Den här rapporten visar bland annat att den enklare modellen som SCB använder för att beräkna den totala svenska konsumtionens klimatpåverkan är i paritet med resultat från den mer komplexa multiregionala modellen world input output database (WIOD). Det innebär att trenderna är ungefär desamma och även skillnader på nivåer är små. Däremot är skillnaderna större när fler detaljer efterfrågas, t.ex. handelspartners och produkter.

Det finns två olika ansatser för att beräkna utsläppen utomlands. Den ena består i att göra ett antagande om att produktionen utomlands genererar samma mängd utsläpp som om det hade producerats i Sverige. Det andra antagandet tar hänsyn till ländernas individuella utsläppsnivåer så gott det går med avseende på tillgänglighet till data. Den första ansatsen "som om i Sverige" får huvudsakligen fram en skattad mängd utsläpp som har undvikits genom att istället för egenproduktion ha importerats. Eurostat använder denna metod för att kunna framställa jämförbart aggregat på EU-nivå.

#### ***Utsläpp av klimatgaser – exportens påverkan***

Ytterligare en dimension som har diskuterats i rapporten är Sveriges export och dess påverkan på växthusgaserna. Rapporten visar att exporten som sker från Sverige har en högre utsläppsintensitet än importerade varor. Det här innebär att av den inhemska produktionen inom Sverige köps det i stor utsträckning tjänster, som till sin natur är mindre utsläppsintensiva medan de utsläpp som är förknippade med varuproduktion går till export.

Sammanfattningsvis är det frågeställningen som avgör vad som blir rimligt i arbetsinsats för beräkningsmetoden. Vill man bara veta trenden för konsumtionens klimatpåverkan räcker antagandet om "som om producerat i Sverige". Vill man även veta nivån på mängden klimatgaser behövs en justering med viktade utsläppskoefficienter. Nivån kan vara intressant om man t.ex. vill räkna på en per capita mängd utsläpp.

---

<sup>1</sup> Några av de multiregionala modellerna går under namn som; EORA, EXIOPOL, WIOD och GTAP

I rapporten konstanterar vi att man antagligen helst inte skall följa utsläppen från import i enskilda länder med en enkelregional modell, framför allt inte för länder som har dramatiska förändringar i vikter mellan enskilda år. Då rekommenderas användningen av multiregionala modeller.

### **Dekomponeringsanalyser**

Rapporten har även beskrivit två olika ansatser som kan användas för att beskriva vad som påverkar utsläpp av växthusgaser inom Sverige, i en helt annan ansats än konsumtionsperspektivet beskrivet ovan.

Den ena metoden utgår ifrån national- och miljöräkenskaperna och kallas för en strukturell dekomponering. Den innebär att underlaget baseras på input-output modellen och branschfördelade utsläpp, där de ekonomiska aktiviteternas specifika påverkan hanteras.

Den andra metoden utgår ifrån ett mer valfritt dataunderlag och kallas för en indexerad dekomponering. För att indexeringen ska fungera ska tidsserier börja vid samma tidpunkt.

Den huvudsakliga skillnaden mellan strukturell och indexerad dekomponering, är att den förra analyserar utsläppen från efterfrågesidan utifrån ett konsumtionsperspektiv, medan den senare analyserar utsläppen från tillförselsidan utifrån ett produktionsperspektiv.<sup>2</sup> Det man vinner med en indexerad dekomponering är att metoden är enklare. Det man förlorar är att det inte går att hänvisa till ett direkt samband mellan insatsvaror, handel inom landet och strukturförändringar i ekonomin.

Det finns en teoretisk möjlighet att justera den indexbaserade dekomponeringen med förädlingsvärde för att få en indikation av strukturförändringar. Dock måste även justeringar göras så att den utsläppsstatistik och energistatistik som används motsvarar förädlingsvärdet ifråga, dvs att samma avgränsningar gäller.

---

<sup>2</sup> Helm et al., 2010.

# 1. Bakgrund

Den växande konsumtionen och resursanvändningen är en viktig bakomliggande orsak till bedömningen att vi inte kommer att uppnå Generationsmålet till 2020.<sup>3</sup>

Den svenska konsumtionens miljö- och hälsopåverkan adresseras i generationsmålet, dels i portalparagrafen som anger inriktningen för Sveriges miljöpolitik och dels i den sjunde strecksatsen. I portalparagrafen står det att *"målet för miljöpolitiken är att till nästa generation lämna över ett samhälle där de stora miljöproblemen i Sverige är lösta, utan att orsaka ökade miljö- och hälsoproblem utanför Sveriges gränser"*. Sverige är ett relativt litet land med stort handelsutbyte, vilket medför att våra konsumtions- och produktionsmönster är nära kopplade till miljö- och hälsopåverkan i resten av världen.

Strecksatserna i generationsmålet pekar ut viktiga områden inom vilka en omställning är särskilt angelägen utifrån ett ekologiskt perspektiv. Den sjunde strecksatsen anger *"att konsumtionsmönster ska orsaka så små miljö- och hälsoproblem som möjligt"*. Här avses den miljö- och hälsopåverkan som uppstår under hela livscykeln från råvaruuttag till slutanvändning, . både i Sverige och globalt. Även strecksatsen om god resurshushållning samt resurseffektiva kretslopp har hög relevans i omställningen till en resurseffektiv konsumtion.

## 1.2 Syfte

Syftet med uppdraget är att genomföra:

1. En analys om vissa av de bakomliggande faktorerna till utvecklingen av de importerade utsläppen av växthusgaser från svensk användning 2008-2012 - vad är det som förändras?
2. En förstudie över olika ansatser av dekomponering. I detta projekt tas två olika ansatser upp, strukturell respektive indexerad dekomponeringsanalys. Ytterligare en dimension har lagts till; additiva och multiplikativa varianter av dessa två ansatser.

---

<sup>3</sup> Naturvårdsverket, 2012 (Steg på vägen - rapport 6500)

## 2. Metodstudie över handelns klimatpåverkan

### 2.1 Inledning

Under senare år har svensk ekonomis påverkan på utsläpp i andra länder diskuterats allt mer. Med hjälp av bl.a. Input Output analys (IOA) kan man visa hur olika delar av efterfrågan på svenskt utbud genererar utsläpp i den svenska produktionen. Utsläppen i den svenska produktionen kan därför fördelas mellan efterfrågan från andra länder (Export) och inhemsk efterfrågan. Den inhemska efterfrågan kan delas in på olika sätt, t.ex. i Privat och Offentlig konsumtion samt investeringar.

De senaste årens diskussion om svenska utsläpp i andra länder via import, har emellertid inte fokuserat på den totala efterfrågan utan enbart på den del som kan kopplas till, så kallad, inhemsk konsumtion. Ett begrepp som avser all slutlig användning exklusive export. I begreppet inhemsk konsumtion ingår även bruttoinvesteringar och lagerförändringar.

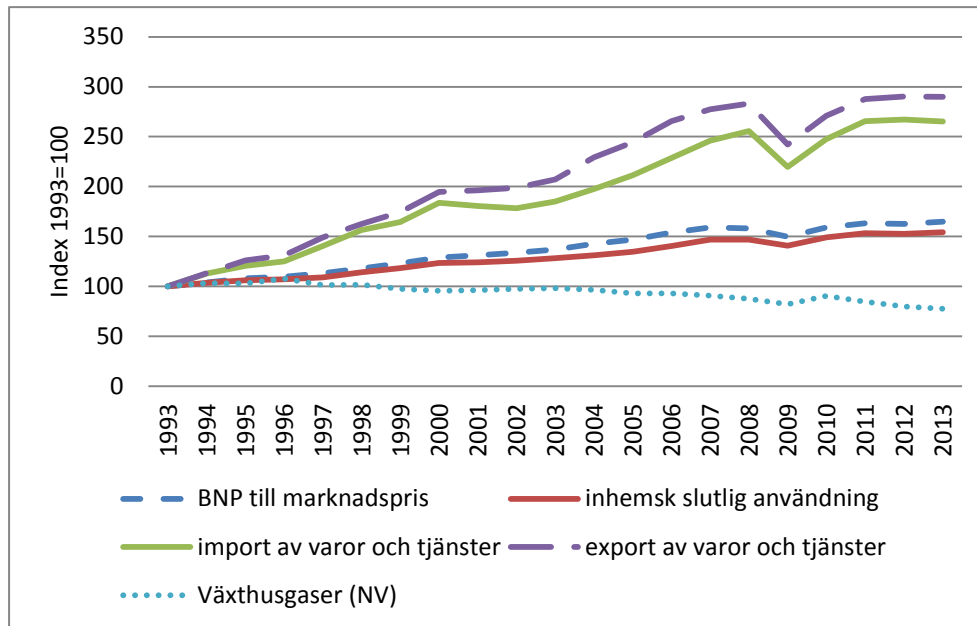
Modellen för utsläpp av växthusgaser från svensk konsumtion innebär att utsläppen kan kopplas till förändringar i produktionens energi-/utsläppsintensitet, förändringar i den slutliga användningens nivå och fördelning, förändringar i fördelningen mellan inhemskt producerat och importerat såväl i form av insatsprodukter i den svenska produktionen som direkt till slutlig användning (för t.ex. konsumtion eller investeringar).

Viktigt att notera är att beräkningar av de konsumtionsbaserade utsläppen är modellbaserade. Det betyder att ingen specifik datainsamling görs för att mäta hur konsumtionen påverkar utsläpp till luft utan en modell som approximerar påverkan görs istället.

Diagram 1 illustrerar utvecklingen i några variabler från 1993 fram till 2013. Fyra av serierna avser ekonomiska variabler – BNP, Inhemsk slutlig användning, Export och Import. Vi kan se att handeln har vuxit snabbare än både BNP och den inhemska slutliga användningen, med mer än en fördubbling jämfört med en 50%-ig ökning för BNP.



**Diagram 1: Utveckling av Sveriges ekonomi och växthusgaser, index 1993=100**



Källa: SCB och Naturvårdsverket

Under samma period har de, av Naturvårdsverket, rapporterade territoriella utsläppen av växthusgaser<sup>4</sup> stadigt reducerats. Dessa utsläpp uppvisar en så kallad decoupling eller frikoppling från den ekonomiska tillväxten.

I den officiella statistiken om utsläpp till luft ingår inte de indirekta utsläppen i andra länder från svensk import. Däremot ingår de utsläpp som genereras av inhemsk produktion av varor och tjänster som exporteras.

<sup>4</sup> De utsläpp som rapporteras till UNFCCC och avser utsläpp från Sveriges geografiska yta.

## 2.2 Metod

Kedjan mellan en enskild köpares produkt och de utsläpp som produktionen och distributionen av denna produkt gett upphov till längs produktionskedjan analyseras med hjälp av mer eller mindre sofistikerade modellberäkningar.

### *Input-output*

Input-Output Analys (IOA) är en grupp av modellbaserade analyser. De baseras på nationalräkenskapernas tillförsel- och användningstabeller (Supply/Use-tables eller SUT) vilka i sin tur baseras på en mängd datakällor. Dessa beskriver tillförseln av produkter (inhemsk producerade och importerade) som används som insatsvaror i producerande branscher och går till slutlig användning t.ex. i form av privat och offentlig konsumtion, investeringar eller export.

Nationalräkenskaperna beräknar SUT varje år som publiceras på en nivå som inom EU ligger runt 60 produkter/branscher. Vart femte år ska statistikbyråer enligt EU:s krav ta fram Input-Outputtabeller som har samma dimensioner men framför allt fokuserar på den inhemska tillförseln, dess användning och kopplingar till ekonomiska variabler som t.ex. sysselsättning och förädlingsvärde. Tabellerna framställs oftast symmetriskt som produkt x produkt, dvs. det som ursprungligen är branschens användning av insatser och generation av förädlingsvärde översätts till "de som producerar en viss produktgrupp". Det ger en symmetrisk tabell där kolumnsummor överensstämmer med radsummor vilket är en förutsättning för IOA.

Allokeringen av tillförsel/användning på inhemsk produktion respektive importerat, är det avgörande steget mellan årliga SUT och IO-tabeller. Man skapar en användningsmatris för inhemskt producerade produkter och en användningsmatris för användningen av importerade produkter.

I de beräkningar som görs av statistikbyråer används oftast denna användningsmatris för importerade produkter för att beräkna utsläppen i andra länder till följd av landets produktion/konsumtion.

### *Utsläpp i andra länder*

SCB har under lång tid gjort beräkningar av utsläppen i andra länder till följd av svensk konsumtion (d.v.s. svensk inhemsk användning). Till en början gjordes denna analys för att belysa handelsbalansen i termer av utsläpp från (all) import jämfört med export. Under senare år har dock fokus skiftat till att framförallt belysa utsläppen i andra länder för sådan användning som enbart går till inhemsk användning (bland annat för insatsvaror för tillverkning och offentliga sektorns och hushållens användning).

Utsläppen i andra länder kan beräknas på olika sätt beroende på ambitionsnivå och tillgången till data.

Det finns ett antal internationella modeller som beräknar utsläpp från handel och konsumtion, så kallade multiregionala IO-modeller. Idag finns det ett fåtal sådana med olika nivåer på antalet länder och upplösning i antalet produktgrupper. Alla modeller är framtagna av forskargrupper som skapar nya IO-tabeller, handelsmatriser, miljö/energidata utifrån det underlag som finns att tillgå. Det är bland annat forskare i Norge, Nederländerna och Australien som utvecklat modeller som går under namn som: GTAP, EXIOPOL, EORA och WIOD.

SCB har, hittills, valt att använda årliga svenska IO-tabeller för att uppskatta utsläpp hos våra handelspartners. Dels genom att beräkna utsläpp i andra länder som om vi själva producerat det vi importerar. Dels genom att göra det något mer realistiskt genom att per handelspartner vikta om våra egna utsläpp i produktionen med hjälp av statistik från Eurostat, Världsbanken och International Energy Agency (IEA).

#### *SCB-modellen för att beräkna utsläppen i andra länder*

SCB:s metod illustreras i figur 1 nedan, där beräkningsgången visas för en produktgrupp i den inhemska slutliga användningen, t.ex privat konsumtion av produkt X.

Det köps t.ex. 1MKr av den inhemska tillverkade produkten X. Det innebär att de som producerar X får ett produktionsvärde på 1 MKr och en motsvarande produktionskostnad på 1 MKr. Denna produktionskostnad innehåller insatsprodukter från inhemska producenter såväl som insatsprodukter från producenter i andra länder. Den innehåller även löner och kapitalkostnader för den egna verksamheten, dvs. det som registreras som förädlingsvärde (eller bidrag till BNP).

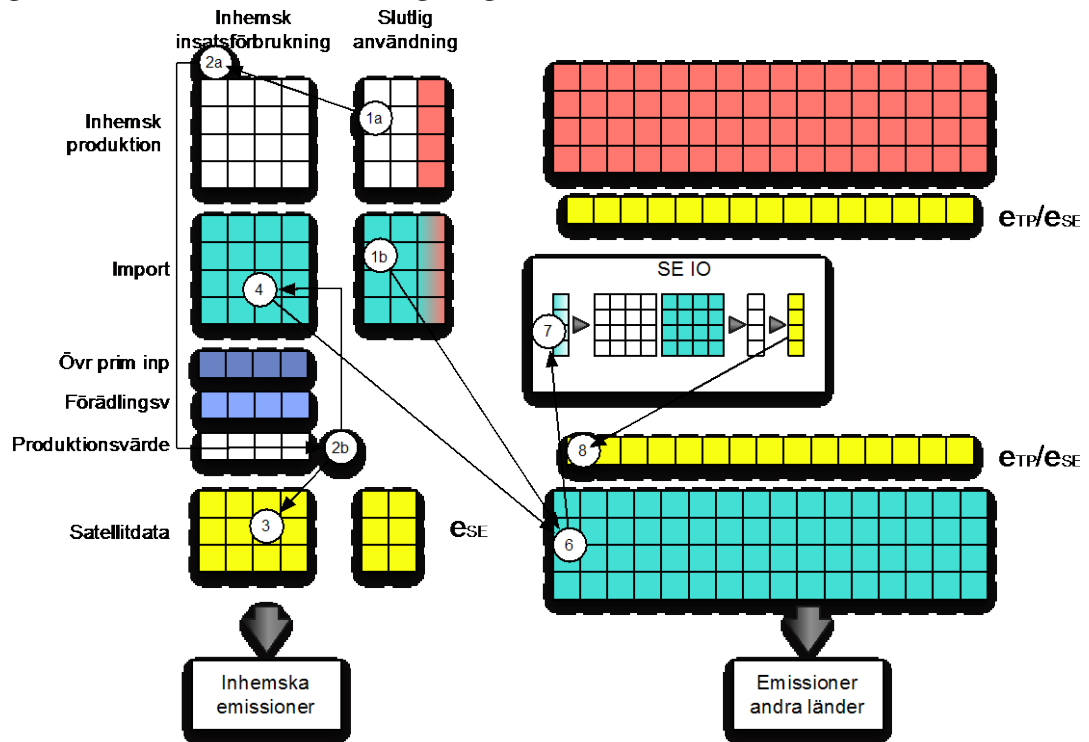
Inhemska producenter av insatsvarorna i produktionen av 1 MKr X har, även de, produktionskostnader som förutom förädlingsvärdet består av inhemska producerade insatsprodukter och importerade insatsprodukter.

Det innebär att, köpet av produkten X från dess producent, drar med sig produktion i resten av ekonomin samt ytterligare produktion hos producenterna av X eftersom dessa även förser producenter av andra produkter med insatsprodukter. Det innebär att köpet av 1 MKr X drar med sig produktion i de flesta delar av ekonomin. Om man summerar denna produktion så har produkter till ett värde av betydligt mer än 1 MKr producerats – såväl inhemska som i andra länder till följd av importen av insatsprodukter till alla de inhemska producenter som deltar.

I figuren nedan ger köpet av X (1a) upphov till produktion i hela ekonomin (2a) som summeras upp per produktgrupp – längs kolumnerna. Det summerade produktionsvärdet kan direkt översätta till inhemska utsläpp

kopplade till köpet av X. Varje produktgrupp har en beräknad utsläppsintensitet i form av Ton/MKr produktion (3) som multipliceras med produktionsvärdena och ger de summerade utsläppen av olika ämnen för att producera/konsumera 1 MKr av X. Detta är de uppströms inhemska utsläppen.

**Figur 1: Modellen över beräkningsstegen**



De summerade produktionsvärden per produktgrupp kan även användas för att räkna fram mängden import av olika insatsprodukter.

Importmatrisen kan räknas om till proportionerna importerade insatsprodukter för ett givet produktionsvärde. Det gör att alla summan av de importerade insatsprodukter som krävs, från alla producenter av alla produktgrupper, för att producera 1 MKr av X kan beräknas (4).

Nu skall utsläppen förknippade med att producera dessa importprodukter beräknas. Till detta skall läggas den mängd av produktgruppen X som importerats för konsumtion (1b).

Första steget är att se hur mycket av de olika importprodukterna som kommer från olika handelspartners (6). SCB:s utrikeshandelsstatistik ger denna information. För varje handelspartner kan vi nu se hur mycket av olika importprodukter som krävs för att producera de 1 MKr av X i Sverige. Om det handlar om den faktiska konsumtionen av X under ett år adderas även den direkta konsumtionen av importerade X.

För varje handelspartner tar vi vektorn med produkter som de måste producera för att kunna exportera det vi behöver. Vi använder återigen

den svenska IO-tabellen för att beräkna produktionsvärden för producenterna i detta land. Nu väljer vi att multiplicera de svenska utsläppsintensiteterna per produktgrupp med en vikt som, visar relationen mellan utsläpp i det landet per produktionsvärde eller BNP och motsvarande kvot för Sverige (8). Slutligen multipliceras de viktade utsläppsintensiteterna med de beräknade produktionsvärdena per produktgrupp vilket ger utsläpp per handelspartner som hänger samman med den slutliga användningen på 1 MKr av produktgruppen X. Detta summeras upp och kan läggas till de beräknade inhemska utsläppen.

Beräkningarna av utsläpp p.g.a. den inhemska användningens – såväl från inhemska producenter som producenter i andra länder – görs genom att varje produkt i slutlig användning som inte går till export beräknas på detta sätt och summeras till två totalsiffror. En för de inhemska utsläppen och en för utsläppen hos våra handelspartners. Till de inhemska utsläppen läggs även de utsläpp som sker hos hushållen eller i den offentliga sektorn till följd av att man själv bränner fossila bränslen – för transporter eller uppvärmning.

Våra beräkningar av utsläpp i andra länder utgår från SCB:s officiell statistik avseende national- och miljöräkenskaper samt utrikeshandel med varor och tjänster. Dessa kompletteras med miljöräkenskapsdata från Eurostat för andra medlemsländer inom EU samt aggregerade energi/utsläppsberäkningar och BNP från IEA/Världsbanken för en stor del av de länder vi handlar med.

Denna typ av beräkning har tre viktiga svagheter samt tre viktiga styrkor:

*Svagheter:*

- Den har ingen tydlig bild av handelspartners handel med övriga världen.
- Den använder den svenska ekonomin som modell för varje handelspartner.
- Den använder det svenska energisystemet i den svenska ekonomin som bas för utsläppsberäkningar i andra länder.

*Styrkor:*

- Det är en modell som är relativt enkel att använda, jämfört med de multiregionala modellerna.
- Den ger ungefär samma resultat som de mer komplexa modellerna på makronivå.
- Den möjliggör kunskaper om trender och nivåer av konsumtionens klimatpåverkan i samhället.

Svagheter i modellen kompenseras av SCB vid beräkningarna bland annat genom de viktade koefficienterna av importerade utsläpp.

### 2.3 En beskrivning av statistiken för växthusgaser – olika perspektiv

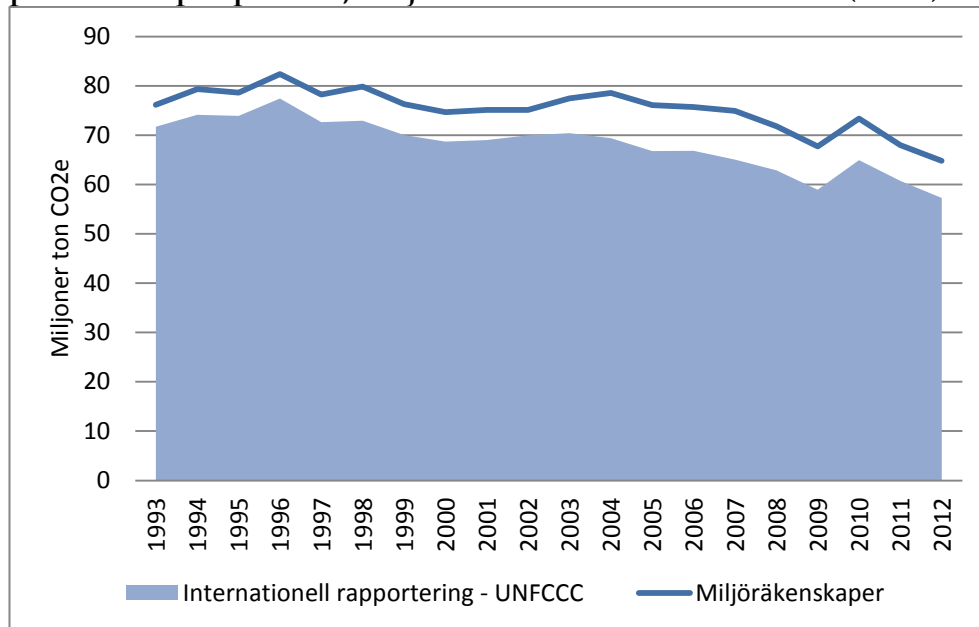
Att konstruera indikatorn som är huvudfokus i denna metodstudie – svensk konsumtions påverkan på klimatgaser utomlands – krävs ett dataunderlag som är anpassat för denna input-output modell. I korthet behövs ett dataunderlag som är branschindelad och som följer samma avgränsningar vad gäller ekonomiska aktörer och nationalräkenskaperna<sup>5</sup>.

Nedan följer en visuell beskrivning av hur de olika perspektiven återspeglas i statistiken och vilka komponenter som krävs för att till slut anlända vid huvudindikatorn *utsläpp av växthusgaser från svensk konsumtion*.

*Ett första steg* är att undersöka hur mycket växthusgaser som svensk produktion bidrar till. Här finns två datakällor, den ena följer den internationella rapporteringen till FNs klimatpanel (UNFCCC) och når 2102 till en nivå av 57 miljoner ton koldioxidekvivalenter. Den andra datakällan följer miljöräkenskapernas standard för beräkningar av utsläpp till luft och den statistiken når en nivå av 64 miljoner ton koldioxidekvivalenter.

Skillnaden de två datakällorna emellan beror på att miljöräkenskaperna måste hantera utsläpp från alla ekonomiska aktörer, bland annat sådana som sker utomlands av svenska företag. Det är främst rederiernas bidrag som leder till att statistiken som följer miljöräkenskaperna blir högre.

**Diagram 2: Olika perspektiv på svenska växthusgasutsläpp – produktionsperspektivet, Miljoner ton Koldioxidekvivalenter (CO<sub>2</sub>e)**



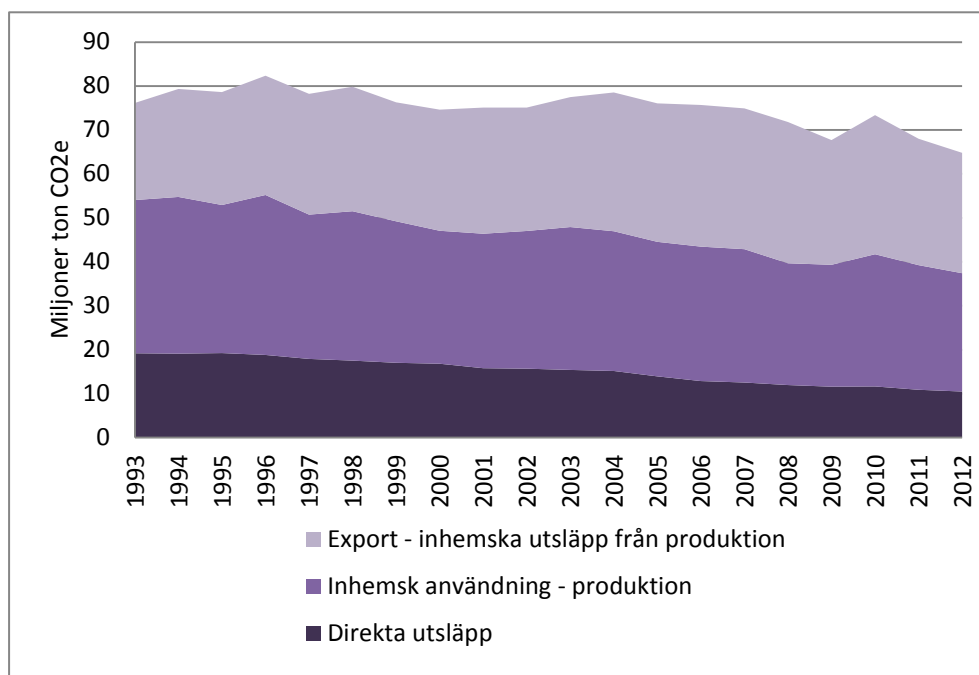
Källa: SCB och Naturvårdsverket

<sup>5</sup> Mer information finns att läsa i SCB, MIR 2014:1 Miljöräkenskapernas beräkningar av utsläpp till luft

*Ett andra steg* är att vrida perspektivet från produktion till konsumtion. Eftersom konsumtionen – eller slutlig användning, mäts med hjälp av input-output modellen krävs miljöräkenskapernas data som är anpassat för analysen.

Notera i diagram 3 att nivån på växthusgasernas utsläpp ligger kvar på 64 miljoner ton koldioxidekvivalenter för 2012. Det som återspeglas är nedbrytningen av komponenter som drar med sig utsläpp för varor och tjänster som produceras i Sverige men som går på export, utsläpp för produktion som går till inhemsk användning, och slutligen direkta utsläpp där hushållens bidrag ligger.

**Diagram 3: Olika perspektiv på svenska växthusgasutsläpp - konsumtionsperspektivet, vilka komponenter som drar produktionen**

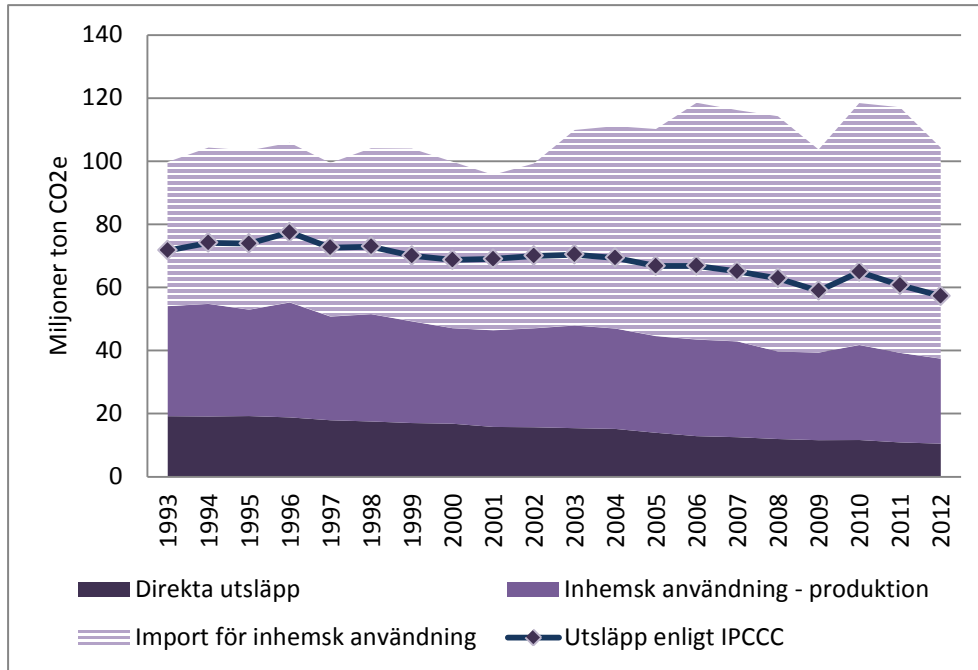


Källa: SCB

*Det tredje steget* är att vrida analysen ett steg till och titta på påverkan som sker utanför Sveriges gränser men som vi behöver för produktion och slutlig användning.

Detta återspeglas i diagram 4 nedan. I detta skede är det möjligt att återföra informationen som finns i statistiken som rapporteras enligt internationella åttaganden. Direkta utsläpp, utsläpp för svensk produktion som går till inhemsk användning och utsläpp enligt IPCC ligger på samma nivåer som i tidigare diagram, det som har tillkommit är utsläppen som vi importerar för inhemsk användning.

**Diagram 4: Olika perspektiv på svenska växthusgasutsläpp - utsläpp från inhemsk användning och utsläpp i produktionen i andra länder**



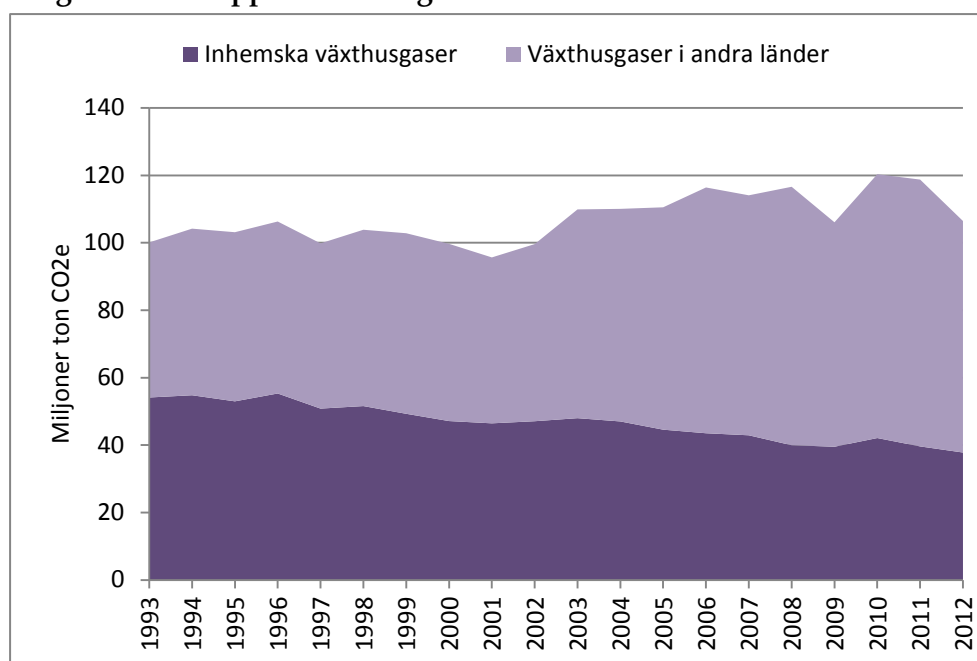
Källa: SCB och Naturvårdsverket

De utsläpp som sker i Sverige för produktion av varor och tjänster men som går på export har därmed tagits bort ur diagram 4. Detta på grund av att svensk export är ett annat lands import. Skulle ett annat land göra samma analys, ur ett konsumtionsperspektiv blir statistiken dubbelräknad om svensk export ingick i den svenska analysen.



I diagram 5 slutligen framgår således att växthusgaser förknippade med den inhemska produktionen av varor och tjänster som används i Sverige för svensk slutlig användning stadigt minskar (utsläpp förknippade med produkter som går till export ingår inte). Det framgår även är att utsläpp av växthusgaser förknippade med svensk slutlig användning på grund av vår import ökar stadigt.

**Diagram 5: Utsläpp av växthusgaser från svensk konsumtion<sup>1</sup>**



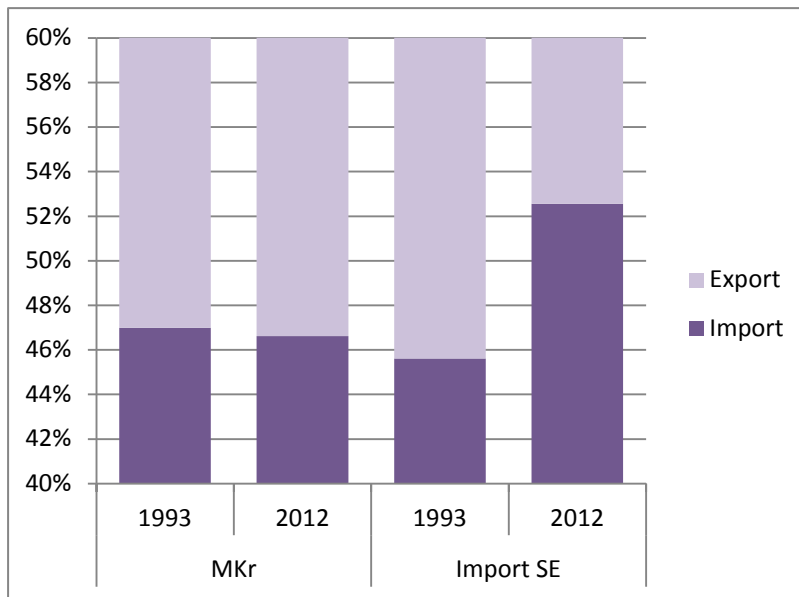
Källa: SCB och Naturvårdsverket. 1) konsumtion enligt nationalräkenskaperna slutlig inhemsk användning

## 2.4 En djupdykning – import och export

På samma sätt som efterfrågan från andra länder genererar utsläpp i svensk inhemsk produktion, så ger svensk efterfrågan på andra länders produktion upphov till utsläpp i andra länder. Även i utsläppstermer finns det således handelsbalanser mellan länder. Tanken är att följa de monetära handelsbalanserna i jämförelse med de fysiska.

I diagram 6 nedan visas fördelningen mellan export från och import till Sverige – såväl i SEK som i koldioxidekvivalenter (CO<sub>2</sub>e).

Diagram 6: Fördelning av import och export, SEK och CO<sub>2</sub>e, 1993-2012



Not till diagram: Import SE avser växthusgaser "som om i Sverige".

Källa: SCB

Monetärt har exportens andel ökat marginellt mellan 1993 och 2012. Uttryckt i CO<sub>2</sub>e har importens andel ökat markant jämfört med den ekonomiska handelsbalansen under samma period från 46% 1993 till 53% 2012. Utsläppen i andra länder har beräknats med svensk ekonomi och utsläppsintensitet, dvs. som om det vi importerar hade producerats här. Om vi använder viktade utsläppsintensiteter blir det ungefär samma förändring, men på en högre nivå, för de importerade utsläppen.

Man kan således se en förändring i handelsbalansen mätt i växthusgaser som inte motsvaras av en symmetrisk förändring i den monetära handelsbalansen.

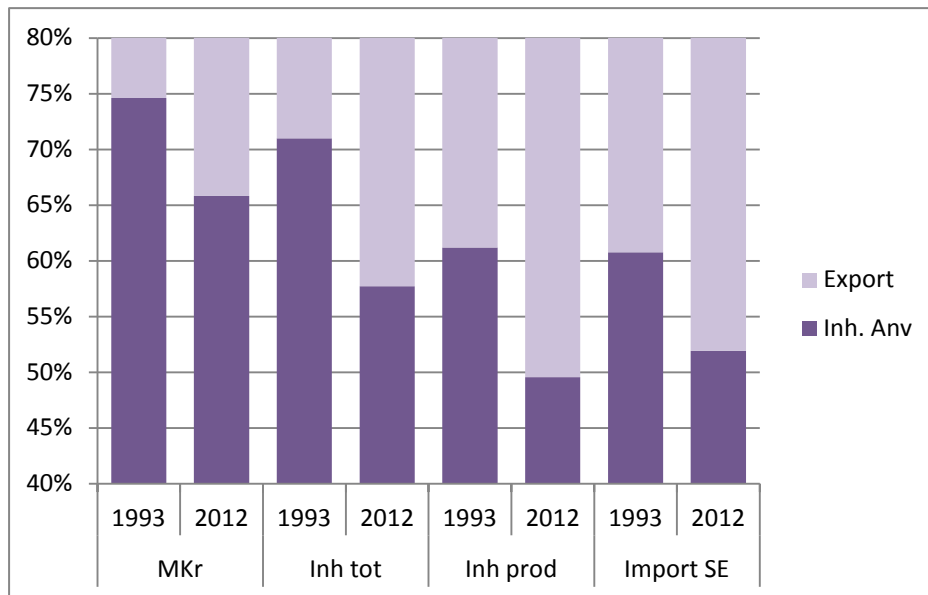
I diagram 7 nedan illustreras förändringar mellan 1993 och 2012. Man kan se att det ekonomiska värdet av exporten har ökat mer än resten av den slutliga användningen – från 25% till 35% av den slutliga användningen.

Om vi ser till fördelningen av de inhemska utsläppen av växthusgaser (i produktion plus direkt i hushåll och offentlig sektor) så ökar exportens andel från knappt 30% till knappt 45%.

Om vi enbart ser till de inhemska utsläppen i produktionen, så ökar exportens andel från knappt 40% till över 50%.

Samma utveckling visar sig för utsläppen i andra länder till följd av import. Här räknat med svensk ekonomi och utsläppsintensitet – dvs. som om vi själva hade producerat det vi nu importerar.

**Diagram 7: Förändring över tid, export och inhemsk användning, 1993-2012**



Not till diagram: Inh tot=inhemsk växthusgaser, Inh prod=utsläpp av växthusgaser från inhemsk produktion, import SE=växthusgaser från import "som om i Sverige"

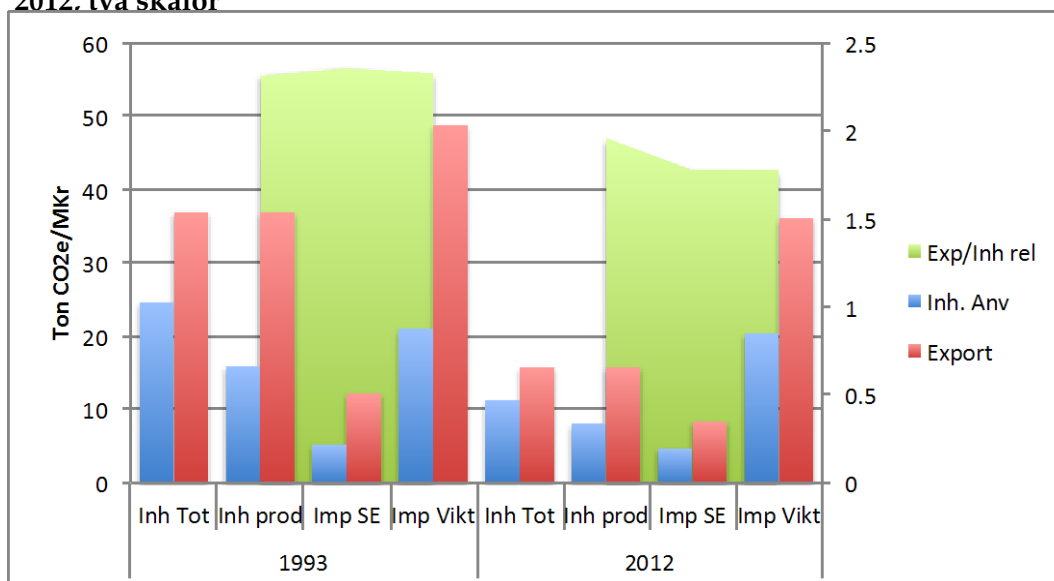
Källa: SCB

### ***Utsläppsintensiteter – exporten påverkar mer än importen***

Ekonomiskt står exporten således för ca en tredjedel av den slutliga användningen, men för ca 50% av utsläppen såväl i inhemsk produktion som i andra länders produktion. Det antyder att utsläppsintensiteterna har förändrats över tiden, vilket illustreras i nedanstående diagram.

Diagram 8 visar en komplex bild utav intensiteten ton Co<sub>2</sub>e per miljoner kronor. Variablerna som inkluderas är i vänstra skalan inhemsk användning och export per ton CO<sub>2</sub>e per miljoner kronor inhemsk utsläpp, inhemsk produktion, import av växthusgaser viktat och som om i Sverige. Till höger visas relationen export per inhemsk relativa utsläpp, dvs hur stor andel har exportens intensitet till inhemsk produktion och import.

**Diagram 8: Skillnader i utsläppsintensiteter, Inhemsk användning, export och relationen export till inhemsk utsläppsintensitet, 1993 och 2012, två skalor**



Not till diagrammet: Inh Tot=CO2e totalt, Inh prod= CO2e inhemsk produktion, Imp SE= Import av Co2e "som om i Sverige", Imp Vikt= import av CO2e viktad  
Källa: SCB

**Tabell 1: Skillnader i utsläppsintensiteter, Inhemsk användning, export och relationen export till inhemsk utsläppsintensitet, 1993 och 2012, två skalor**

		Inhemsk användning	Export	Export/Inhemsk relation
1993	Inhemskt Total	24,7	36,9	
	Inhemsk produktion	15,9	36,9	2,3
	Import "som om i Sverige"	5,1	12,2	2,4
	Import "viktad"	21,0	48,8	2,3
2012	Inhemskt Total	11,2	15,8	
	Inhemsk produktion	8,1	15,8	2,0
	Import "som om i Sverige"	4,7	8,4	1,8
	Import "viktad"	20,4	36,2	1,8

\*Andelen exportintensiteten av inhemsk produktion intensiteten ton CO2 per Mkr

Exportens relativa utsläppsintensitet, dvs. Utsläpp/MKr, i den inhemska eller utländska produktionen, går från ca 2.3 1993 till ca 1.8 för 2012 av den inhemska användningens intensitet. Skillnaden i utsläppsintensitet minskar således, men exporten har fortfarande 80% högre utsläppsintensitet.

Eftersom såväl den inhemska produktionen som produktionsapparaterna i andra länder antas producera för inhemsk användning som för export till andra länder (dvs. vår import) på samma sätt, så beror skillnaderna

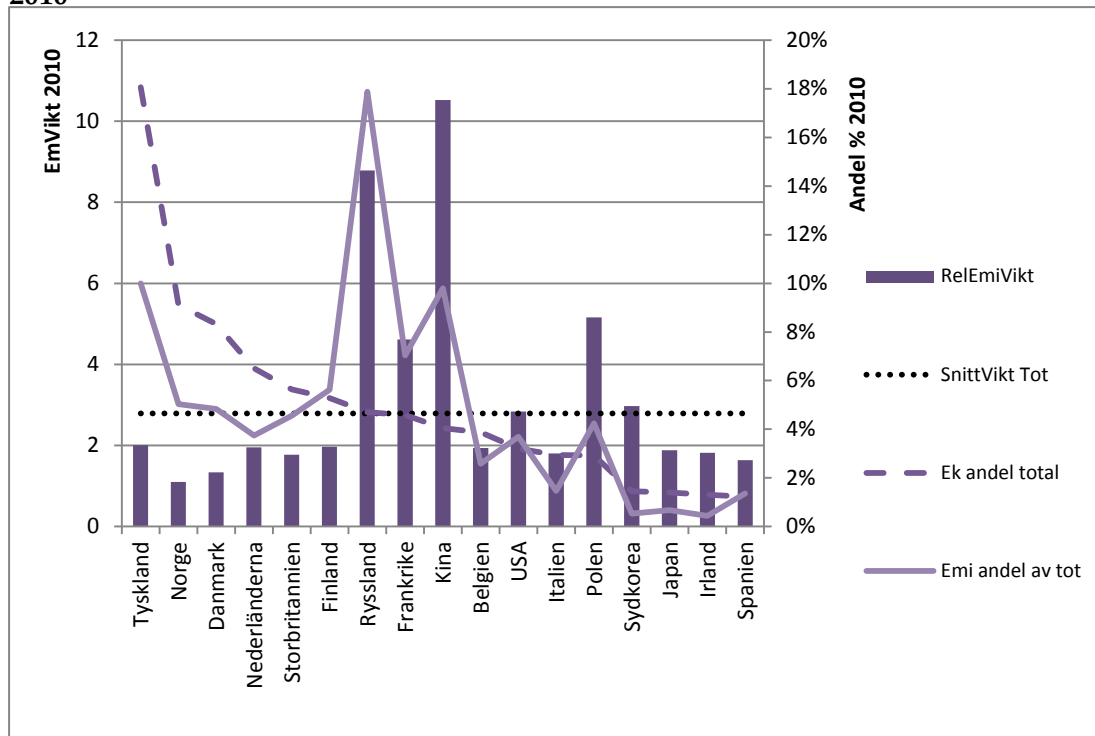
framför allt på sammansättningen av inhemsk användning respektive export. Den vanligaste förklaringen är att tjänsteinnehållet är större i privata/offentlig konsumtion som utgör lejonparten av den inhemska användningen. Utvecklingen för exporten relativt den inhemska användningen antyder att tjänsteinnehållet ökar i exporten.

## **2.5 De viktade utsläppen i andra länder – utveckling och fördelning**

SCB publicerade under några år utsläppen hos handelspartners som beräknades med SCB:s modell för tidsserien 1993-2008. Förändringar på landsnivå är dock svåra att tolka på grund av brister i underlaget. För att göra en sådan detaljerad analys behövs skattningar och justeringar i såväl emissionsvikter, ekonomiska strukturförändringar och utrikeshandelsstatistiken vilket påverkar kvaliteten i redovisade grupper och länder. Nedan illustrerar vi hur viktningen av varje lands utsläppsintensitet i förhållande till den svenska förhåller sig till importvärden och utsläppsberäkningarna.

I diagram 9 visas data för 17 länder som år 2010 stod för knappt 85% av vår import (monetärt) och knappt 84% av utsläppen av växthusgaser som denna import är förknippade med. Här framgår relationen mellan ekonomisk vikt och vikt i utsläppstermer tydligt. Emissionssnittvikten på 2,5 (den prickade linjen) ger att de allra flesta Europeiska länder ligger under genomsnittet och Ryssland, Frankrike, Kina och Polen har högre emissionsvikter. Det är intressant att notera att den genomsnittliga vikten runt 2,5 ger en ganska bra bild av skillnaden i de resultat man får fram om man räknar "Som om Sverige" eller med en mer realistisk men skakigare viktning, se t.ex. diagram 25 och 26 längre fram i rapporten.

**Diagram 9: Viktningskoefficienter per land, olika ansatser, två skalor, år 2010**



Not till diagrammet: RelEmiVikt=relativa emissionsvikten, SnittVikt Tot= genomsnittlig totalvikt, Ek andel total= andel av totala importen, SEK, Emi andel av tot= andelen av totala växthusgaser.

Källa: SCB

Tyskland stod för ca 18% av Sveriges import i värde 2010, men endast för 10% av utsläppen från vår import. Ryssland å sin sida stod för ca 5% av Sveriges importvärde men 18% av utsläppen från vår import. Dessa skillnader beror bl.a. på:

- sammansättningen på det vi importerar-vitvaror och tjänster, olja och gas
- priserna på de produkter vi importerar
- energisystem/utsläppsintensiteter i landet

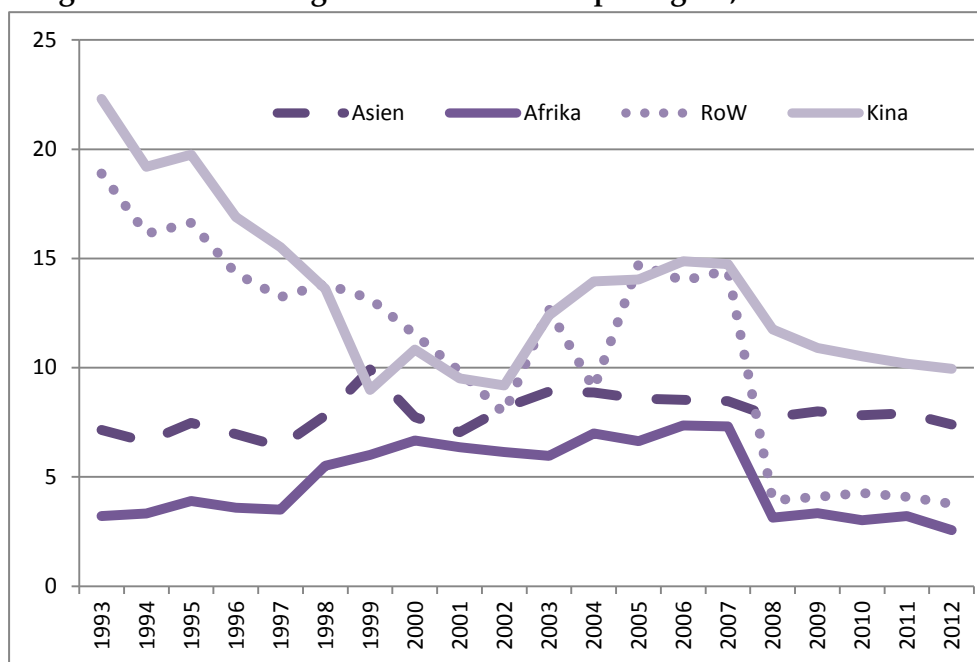
#### *Emissionsvikter – en tidsserie*

Om vi betraktar förändringar av emissionsvikter mellan åren så framgår det att EU-länderna ligger rätt stabilt medan andra områden fluktuerar (diagram 10 och 11). I diagrammen nedan har vi lagt in utvecklingen i emissionsvikter för olika länderaggregat och Kina. Kvoterna avser relationen för de viktade utsläppskoefficienterna jämfört med svenska koefficienter.

De relativa vikterna för Kina och aggregatet RoW (resten av världen) går från väldigt höga nivåer på 20 ggr den svenska, ned till 10 ggr i Kinas fall

och mindre än 5 ggr i RoW (se diagram 10). Asien i sin helhet och Afrika varierar mellan åren men ligger runt 7-8 ggr (Asien) och 3-7 ggr för Afrika.

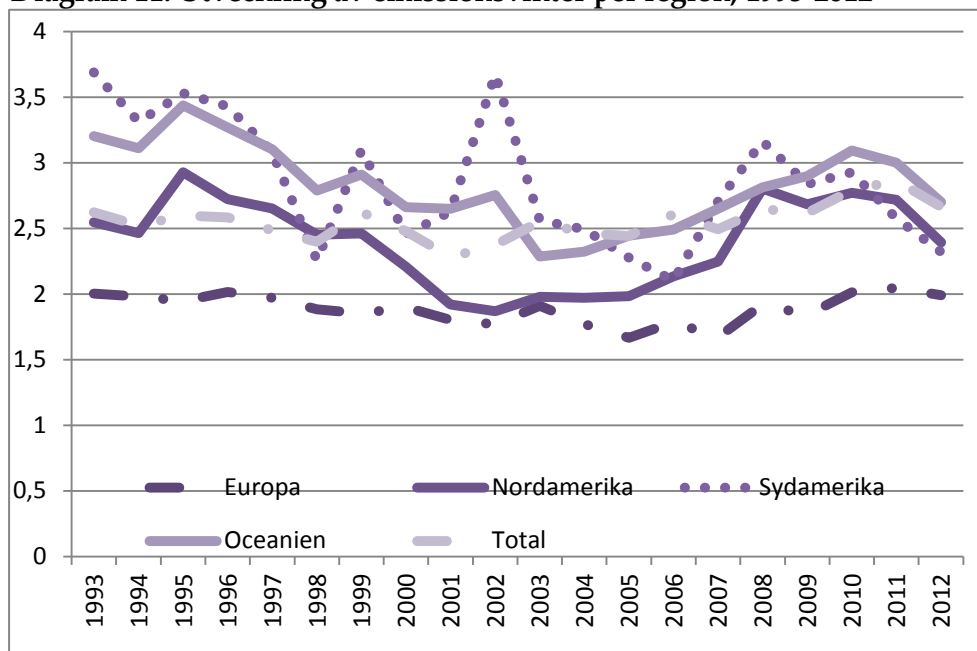
**Diagram 10: Utveckling av emissionsvikter per region, 1993-2012**



Not till diagrammet: Kvoterna avser relationen för de viktade utsläppskoefficienterna jämfört med svenska koefficienter.

Källa: SCB

**Diagram 11: Utveckling av emissionsvikter per region, 1993-2012**



Not till diagrammet: Kvoterna avser relationen för de viktade utsläppskoefficienterna jämfört med svenska koefficienter.

Källa: SCB

I diagram 11 ligger vikterna betydligt lägre. Europa ligger runt 2 ggr den svenska och totalen över alla länder ligger runt 2.5 ggr, vilket visar Europas stora andel av svensk import.

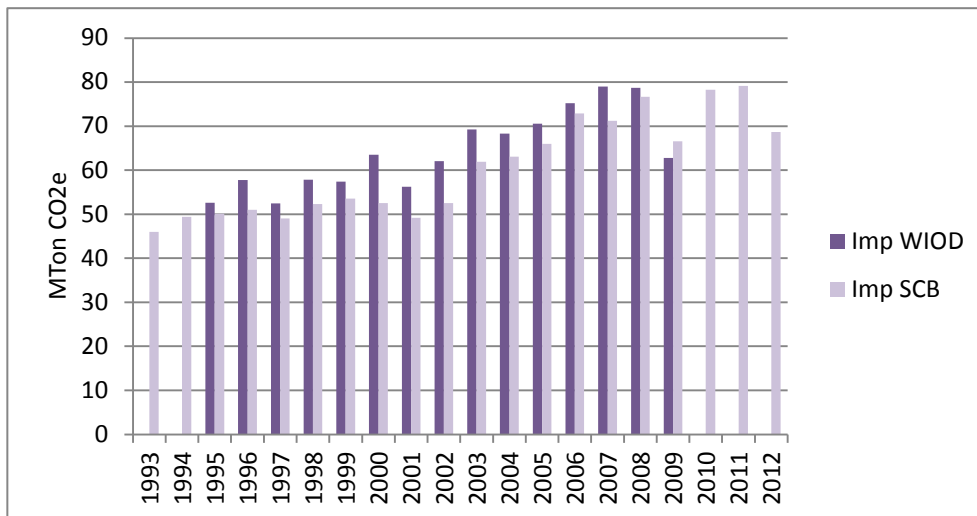
Nivån på och variationerna i de relativa vikter som används i beräkningarna gör att man antagligen helst inte skall följa enskilda länder med denna typ av metodik, framför allt inte för länder som har dramatiska förändringar i vikter mellan enskilda år, se t.ex. utvecklingen i Sydamerika.

Detta har vi även tittat på med hjälp av WIOD, som antas vara mer robust i skattningarna av olika länders utsläppskoefficienter och ekonomiska struktur.

## 2.6 En jämförelse mellan en enkel IO och en multiregional modell

Vi har använt den multiregionala IO-modellen/-databasen WIOD för att räkna på utsläppen från inhemsk svensk användning. WIOD har miljödata från 1995 fram till 2009. I diagram 12 nedan har vi lagt in resultaten från WIOD och SCB:s egna beräkningar avseende utsläppen av växthusgaser från import i andra länder.

Diagram 12: En jämförelse av utsläpp från import – SCB och WIOD



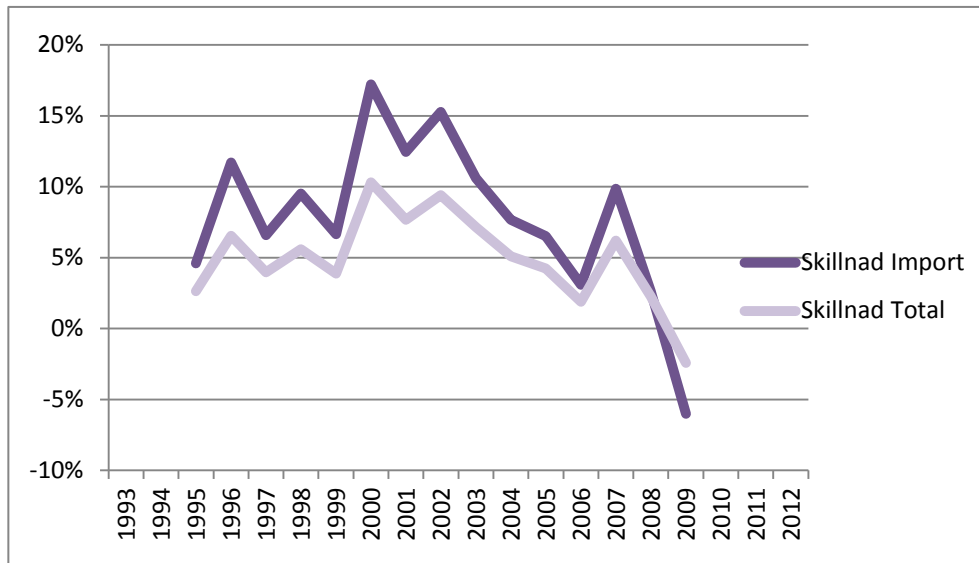
Källa: SCB och WIOD

Man kan konstatera att det finns skillnader i nivåer för importen och att det avviker för enskilda år. Förutom 2009 ligger SCB:s uppskattningar lägre än WIODs. I diagrammet nedan ser vi storleksordningen på skillnaderna. Här ser vi även att nivåerna på de inhemska utsläppen är mycket lika mellan WIOD och SCB:s viktade nivåer.

Det innebär att vår enklare metodik inte överdriver utsläppen i andra länder.



**Diagram 13: En jämförelse, nivåskillnaderna av import och totala växthusgasnivåerna, SCB och WIOD**



Källa: SCB och WIOD

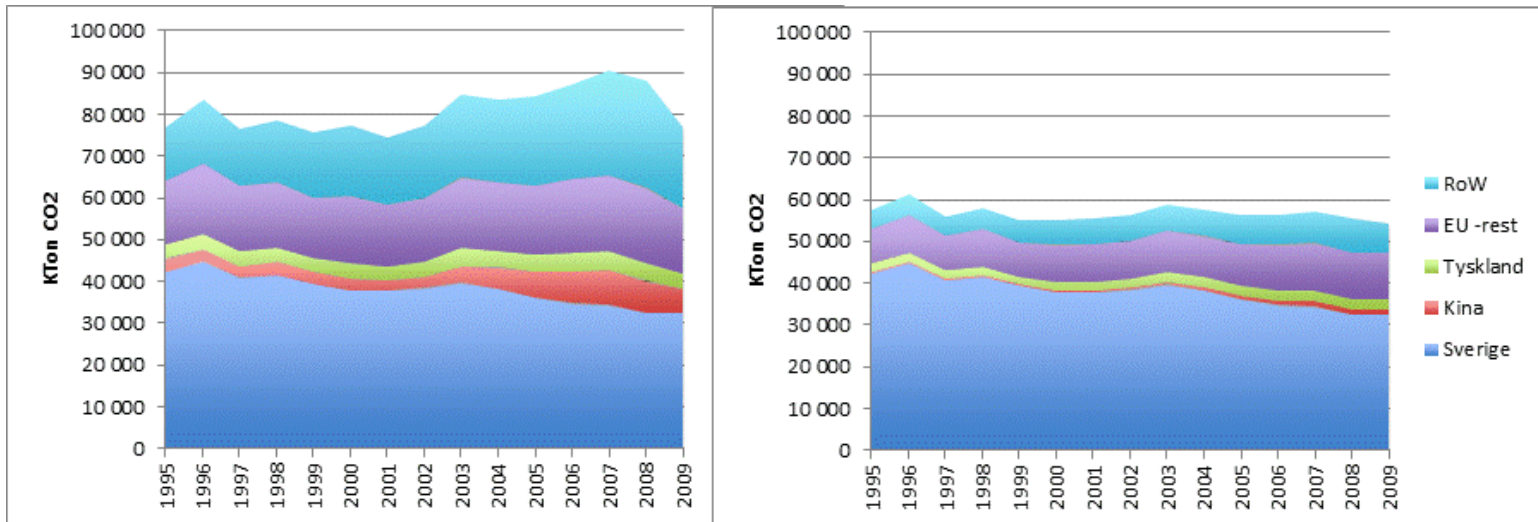
Resultaten för de inhemska utsläppen sammanfaller nästan helt under perioden 1995-2009, vilket gör att de procentuella differenserna för totala utsläppen mellan WIOD och våra egna blir något lägre än de som endast avser utsläppen i andra länder.

#### ***Hur påverkar emissionsfaktorerna resultaten?***

Med hjälp av WIOD kan man se hur stor effekt skillnaderna i emissionsintensitet, i sig, har på de beräknade utsläppen i andra länder av svensk inhemsk användning.

Här använder vi varje lands ekonomiska struktur och handelsmönster, men låter varje producerande sektor dels ha den faktiska utsläppsintensiteten och dels ha samma utsläppsintensitet per MEuro som Sverige. Det är således en reverserad version av vår egen viktade metod.

**Diagram 14 och 15: En jämförelse av nivåer – utsläpp enligt WIOD och med "som om Sverige", 1995-2009**

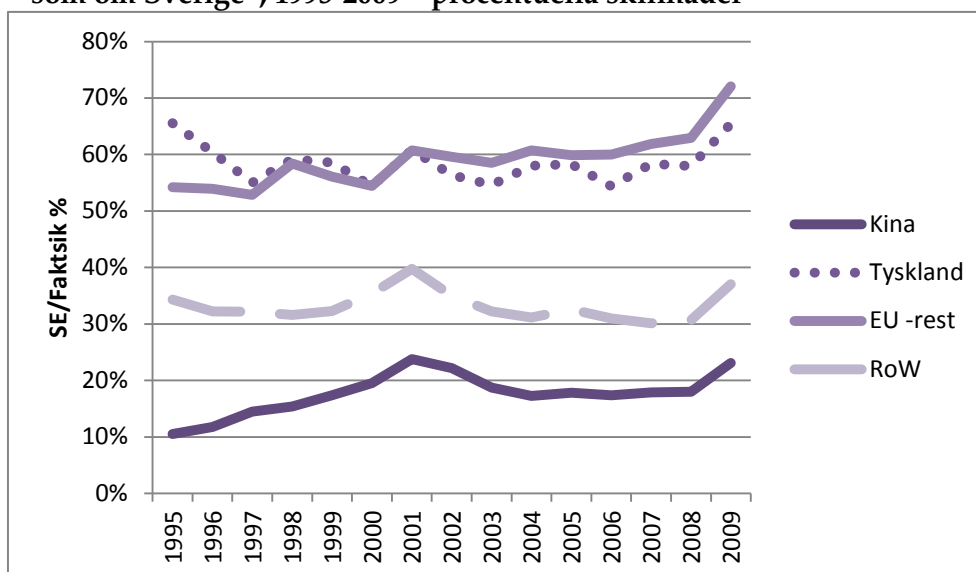


Källa: SCB och WIOD

Av diagrammen ovan framgår att utsläppen i andra länder blir avsevärt lägre om man använder antagandet att produkter produceras så som de görs i Sverige, med svensk bränslemix. I diagram 16 nedan ser man att det slår på olika sätt beroende på land/region.

Utsläppen i Kina hamnar, med svensk utsläppsintensitet, på mellan 10% och 20% av de faktiska utsläppen. Tyskland/EU hamnar på ca 60% av de faktiska utsläppen och resten av världen på mellan 30% och 40% av de faktiska utsläppen.

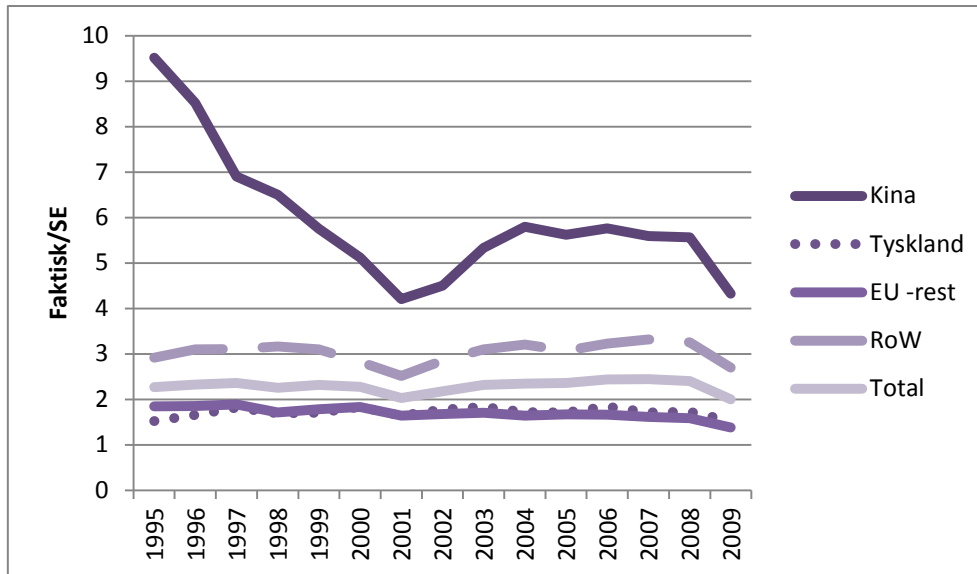
**Diagram 16: En jämförelse av nivåer – utsläpp enligt WIOD och med "som om Sverige", 1995-2009 – procentuella skillnader**



Källa: SCB och WIOD

I diagram 17 framgår att omvändningen på detta är en kvot mellan de faktiska och svenska utsläppsintensiteter, d v s det vi i vår egen kalkyl kallar för viktningen, för Kinas del går den från 10 ner till runt 5 gånger de svenska. Detta är avsevärt lägre än de vikter vi själva tillämpar, som visades tidigare, där vi för perioden kretsar kring 15 och för åren kring 2000 ligger runt 10.

**Diagram 17: En jämförelse av nivåer – utsläpp enligt WIOD och med "som om Sverige", 1995-2009 – procentuella skillnader**



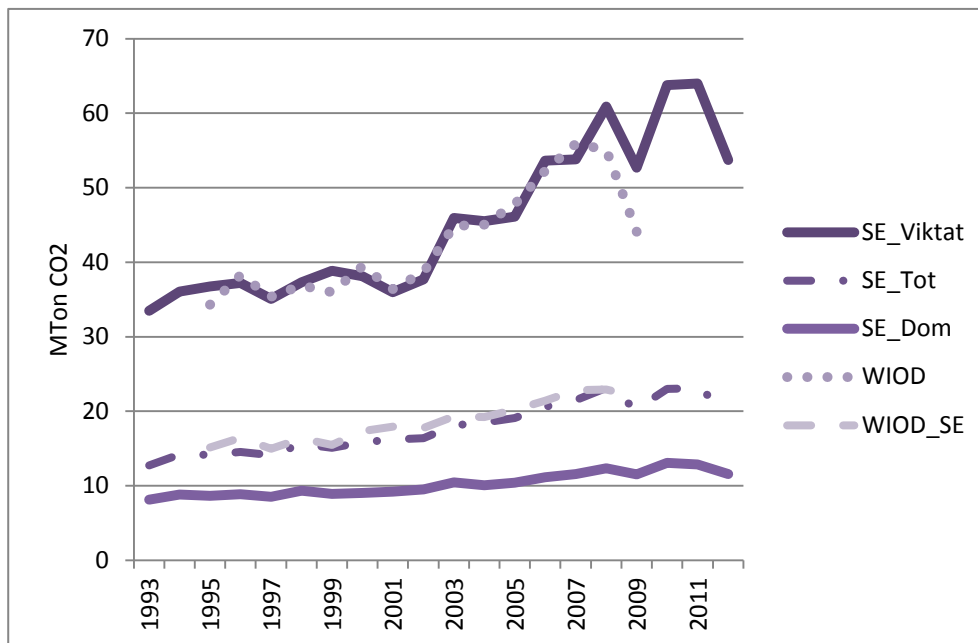
Källa: SCB och WIOD

De implicita vikterna för Tyskland och resten av EU ligger runt 2 gånger de svenska vilket stämmer väl överens med den tidigare redovisade viktningen för Europa i våra siffror. Likaså stämmer den implicita vikten för totalen, dvs. de summerade utsläppen hos alla handelspartners ganska väl överens.

Man skulle kunna tolka det som att vår enkla metod fungerar väl för aggregaten, men antagligen inte håller måtten för att titta på enskilda länder, framför allt de som avviker mycket från vår egen energi/utsläppsprofil.

I diagram 18 nedan illustreras överensstämmelsen i utsläppsvolymer mellan WIOD och våra egna viktade och oviktade utsläpp i andra länder. Till skillnad från jämförelse i tidigare avsnitt avser denna enbart CO<sub>2</sub>. Här är differenserna mindre än för summan av växthusgaser.

Diagram 18: En jämförelse utsläppsvolymer av CO2, WIOD och SCB



Not till figuren: SE\_Viktat=CO2 inhemska + import som om Sverige, SE\_Tot= teoretiska CO2 estimat, SE\_DOM=CO2 utsläpp från inhemska produktion, WIOD= CO2 utsläpp, inhemska + import, WIOD\_SE= CO2 för svenska handelspartners  
 Källa: SCB och WIOD

De övre linjerna visar WIOD resultat med alla dess data (kortare serien) och våra egna data med viktade utsläppsintensiteter för våra handelspartners (SE\_Viktat). Även om det finns diskrepanser så följer de två kurvorna varandra.

Nästa två linjer är WIOD med svenska utsläppsintensiteter för alla våra handelspartners (WIOD\_SE) samt vår egen modell med svenska utsläppsintensiteter och en svensk IO-modell som inkluderar sekundär import för varje handelspartner.

Den sista serien visar värdena med svensk IO-modell för enbart inhemska produktion och svenska utsläppsintensiteter för varje handelspartner. Det var i princip på detta sätt vi beräknade utsläpp i andra länder de första åren runt 2000 för att sedan gå över till serien ovanför några år senare.

Det är intressant att se hur nära utfallen ligger mellan en riktig multiregional IO-modell, med branschspecifika utsläppsintensiteter för alla branscher i alla länder, och vår egen svenska IO-modell med svenska, viktade eller oviktade, utsläppsintensiteter.

### *En av den multiregionala modellens styrkor – tillbaka till Rotterdamfällan*

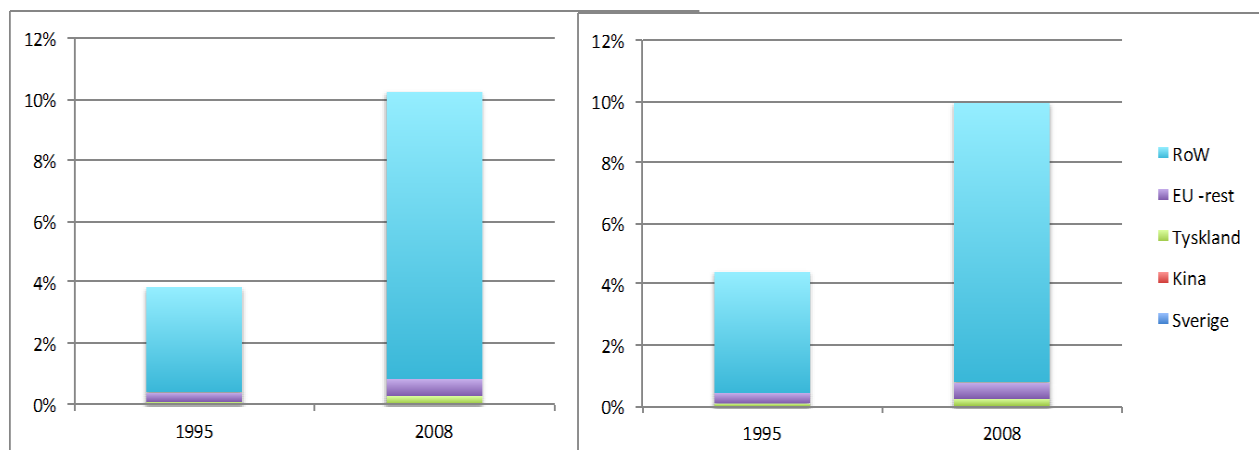
Fördelningen i utsläpp mellan länder avgörs i SCB:s modell till stor del av utrikeshandelsstatistiken. Sedan EU-inträdet har statistik enbart baserat på avsändarland fått en dominerande roll. För import/införsel från EU-länder redovisas endast uppgift om avsändarland och inte ursprungsland. Begreppet Rotterdamfällan syftar på att vi inte riktigt vet om en produkt vi importerar enbart skickas vidare från avsändarlandet (efter att ha skeppats in i Rotterdams hamn).

När vi köper produkter från Tyskland eller USA så kommer en del av dem i praktiken från Kina och andra länder. Precis som andra länder som köper vår export indirekt köper produkter från Kina, Tyskland och andra länder via vår import från dessa.

Detta illustrerar det enkla faktum, att med en stor världshandel blir sambanden mellan export/import/produktion allt mer sammankopplad. För att få en känsla för storleksordningarna har vi använt WIOD för att se hur produktionen och utsläppen av det vi importerar från ett par länder sprider sig vidare.

Diagrammen nedan visar andel utsläpp som sker utanför landet vi importerar från, dvs hur mycket behöver t.ex. Kina importera för inhemsk produktion för att kunna exportera till Sverige. Det vänstra avser import av insatsprodukter medan det högra avser direktimport till konsumtion/ användning.

**Diagram 19: Andel CO2 som sker utanför landet vi importerar ifrån samt direktimport - Kina**

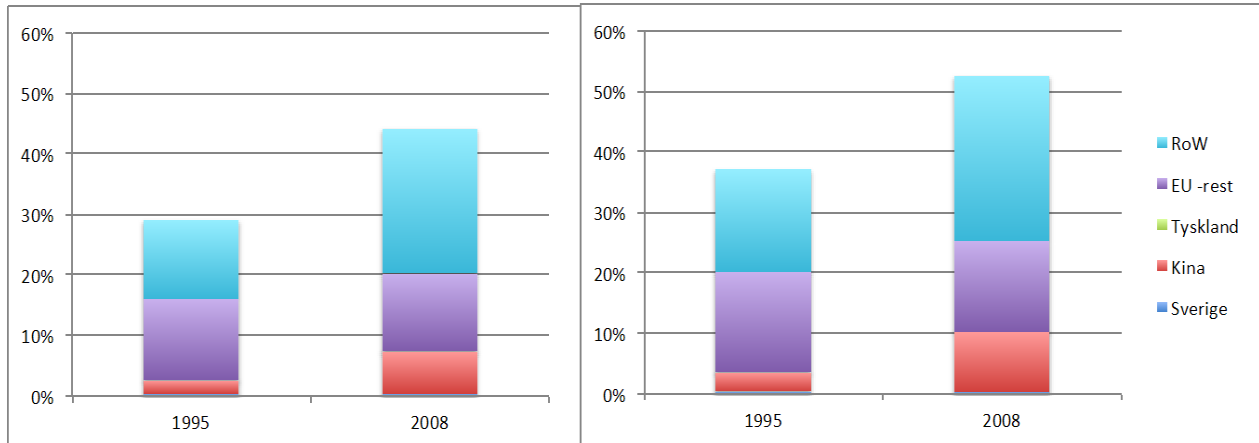


Källa: WIOD

För Kinas del ser vi att runt 96% av utsläppen skedde i Kina 1995 och att denna andel sjunkit till 90% för 2008. Detta betyder att Kina inte importerar särskilt mycket insatsvaror, i utsläppstermer, för att kunna

exportera de slutliga produkterna, de kan själva försörja sin produktion. Kina integreras dock mer i världsekonomin under perioden men är enbart i liten uträkning beroende av export från EU. Det finns en viss skillnad beroende på vilken typ av import det rör sig om.

**Diagram 20: Andel CO2 som sker utanför landet vi importerar ifrån samt direktimport Tyskland**

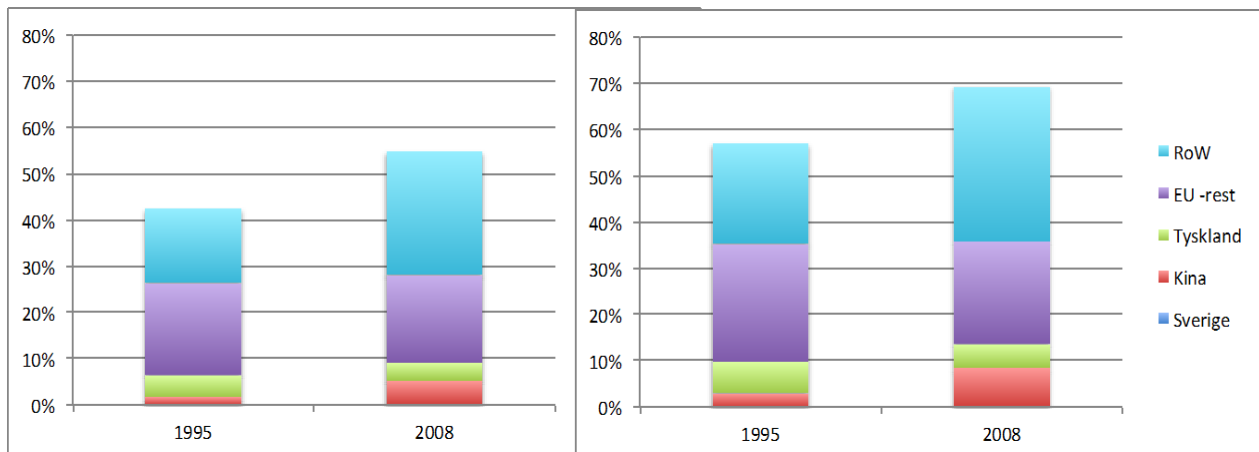


Källa: WIOD

Det vi importerar från Tyskland förorsakar i högre grad utsläpp hos andra handelspartners. Andelen utsläpp i Tyskland sjunker från 70% till under 60% för insatsproduktimporten och till under 50% av direktimporten. Resten av EU står för en minskande andel medan resten av världen, och framför allt Kina står för en allt större del av utsläppen.

Som en jämförelse kan vi se i diagram 21 koldioxid som sker utanför det land vi importerar ifrån samt direktimporten som sker till Sverige. Vår export till handelspartners är givetvis deras import från Sverige, dvs. analogt med diagrammen ovan.

**Diagram 21: Andel CO2 som sker utanför landet vi importerar ifrån samt direktimport Sverige**

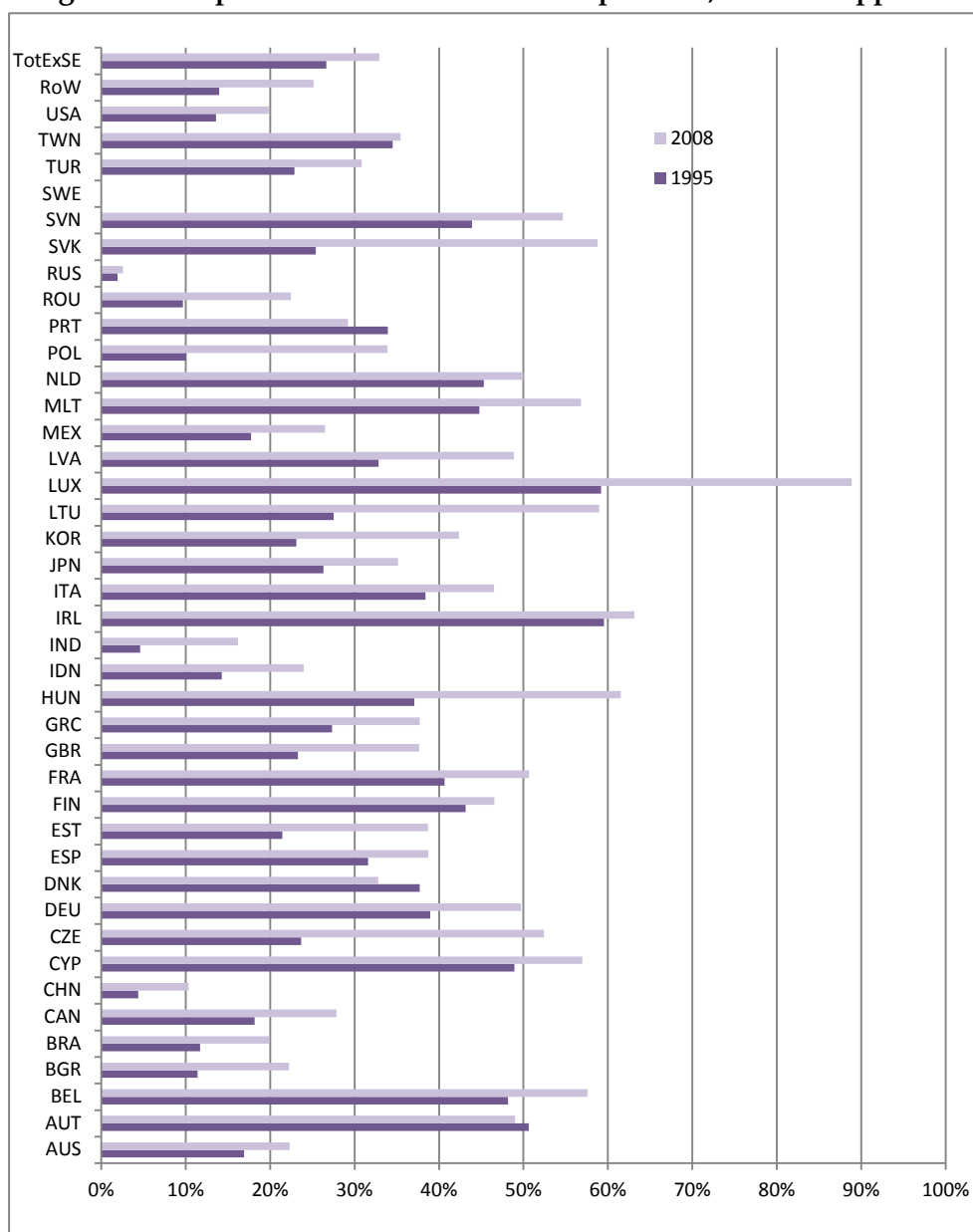


Källa: WIOD

Man kan konstatera att bilden av Sverige som en liten öppen ekonomi återkommer.

I diagram 22 nedan har vi tagit fram andelen utsläpp av CO2 från vår import som kommer av att handelspartner själv importerar insatsprodukter. Värdena för Kina och Tyskland återkommer, som vi diskuterade ovan, men vi ser att spridningen är stor och att importandelen överlag verkar öka. Sveriges import från Luxemburg sticker ut med en importkvot på 60% 1995 som sedan ökar till nästan 90% 2008, dvs Luxemburg måste importera nästan 90 procent av insatsvarorna utifrån för att kunna leverera produkter till Sverige

**Diagram 22: Import av insatsvaror – handelspartners, CO2 utsläpp**



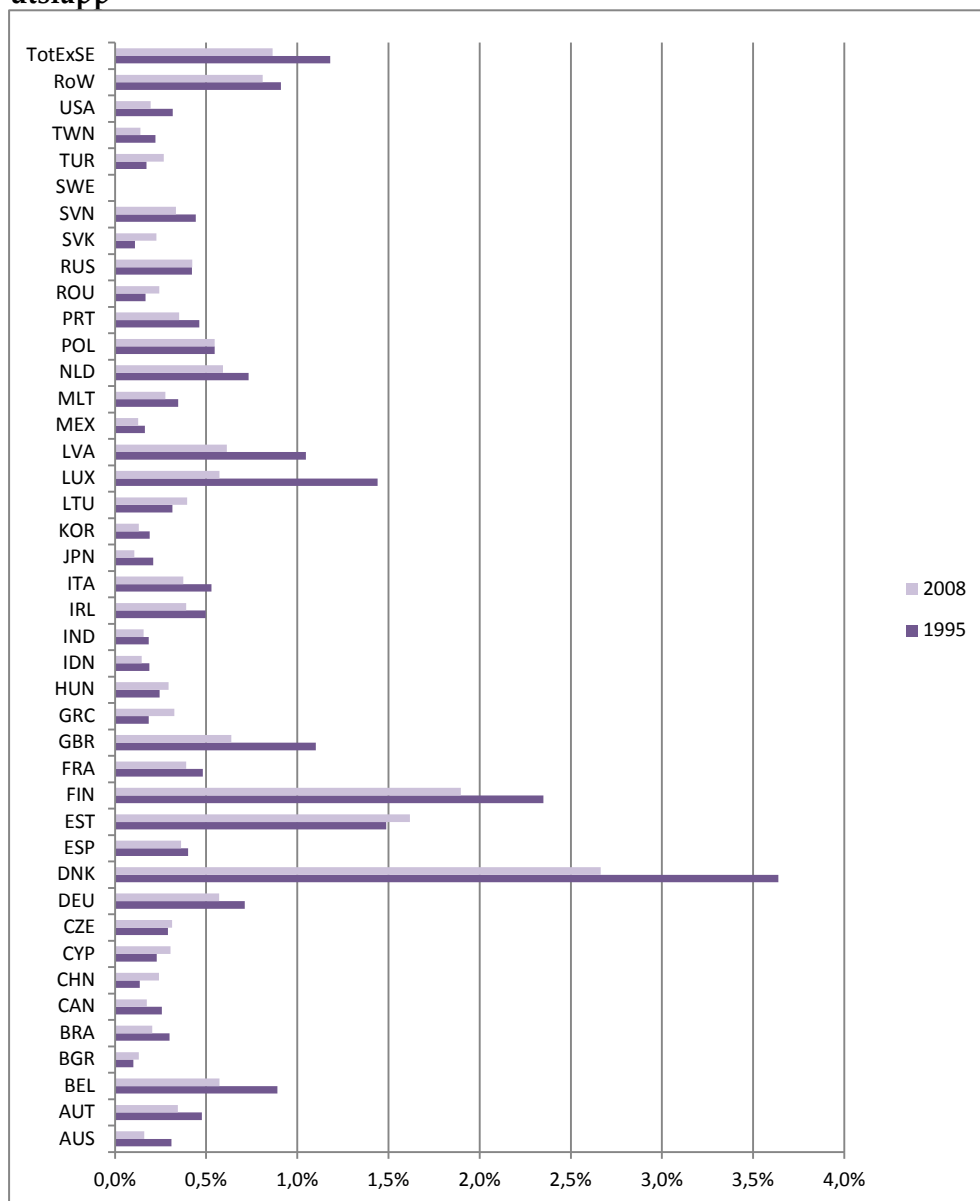
Källa: WIOD

I genomsnitt ligger importkvoten för våra handelspartners runt 30%. Den går upp från ca 27% 1995 till 33% 2008. Sveriges importkvot på det vi själva exporterar låg runt 50% 2008, vilket återkommer hos flera av våra handelspartners inom EU.

I och med att våra handelspartners har ett omfattande importinnehåll i sin export, så antyder det att en del av det vi importerar även orsakar utsläpp i Sverige, via vår export av insatsvaror. Vi blir underleverantörer till de vi importerar från.

I diagram23 nedan har vi plockat ut den del av våra handelspartners import som genererar utsläpp i Sverige till följd av vår import från dem.

**Diagram 23: Import till import – det cirkulära i handelsutbytet, CO2 utsläpp**



Källa: WIOD



I genomsnitt ligger utbytet av koldioxid på runt 1% av handelspartnernas import, men varierar mycket. Danmarks och Finlands export till oss skapar import från omvärlden för att kunna tillgodose denna efterfrågan på export från dessa länder. 2-3% av denna import kommer från Sverige.

Vi exporterar således bl.a. för att andra länder skall kunna tillgodose vårt behov av importprodukter så att vi skall kunna tillgodose vår egen inhemska användning såväl direkt till användning, som indirekt via svenska produktion som använder importerade insatsprodukter. Det innebär att det inte är helt självklart hur vår export och import skall hanteras i förhållande till det vi vanligtvis kallar utsläpp i andra länder för svensk inhemsk slutlig användningen.

## **2.7 Relationerna mellan handel och utländska utsläpp**

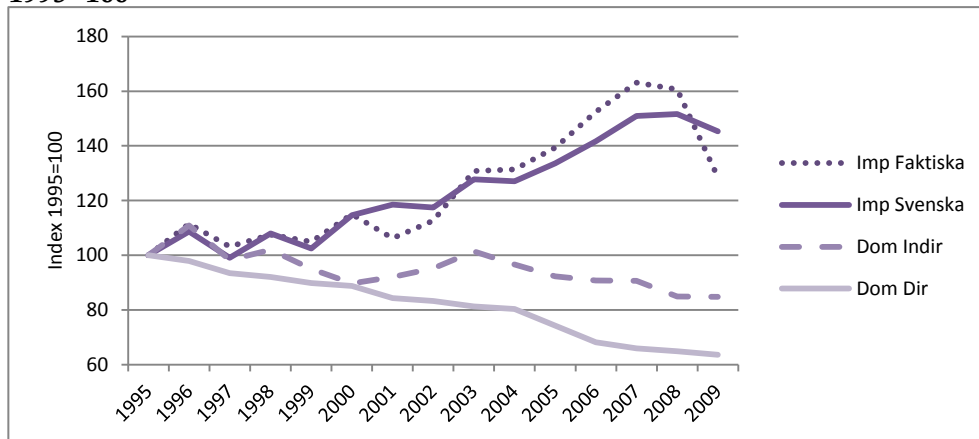
I diagram 24 nedan illustreras, även här med hjälp av WIOD, relationerna mellan de inhemska utsläppen (Direkta i konsumtionen samt indirekta via produktionen – Dom Dir respektive Dom Indir) och utsläppen i resten av världen till följd av den svenska inhemska användningen för perioden 1995-2009.

De direkta utsläppen i konsumtionen minskar med 35-40% medan utsläppen i den inhemska produktionen för att tillgodose den inhemska användningen reduceras med ca 15%.

De övre kurvorna visar utvecklingen av de utsläpp som uppstår i produktionen i andra länder för att förse den inhemska slutliga användningen med produkter, direkt eller indirekt via insatser till svensk produktion.

Dessa har beräknats på två sätt. Den faktiska är återigen gjord med varje lands faktiska utsläppsintensiteter medan Svenska innebär att alla har de svenska utsläppsintensiteter. Det skiljer sig för några år men ligger i samma härad. Innan finanskrisen hade det skett en ökning med 50-60%.

**Diagram 24: Jämförelse konsumtionens CO2, utveckling över tid index 1995=100**



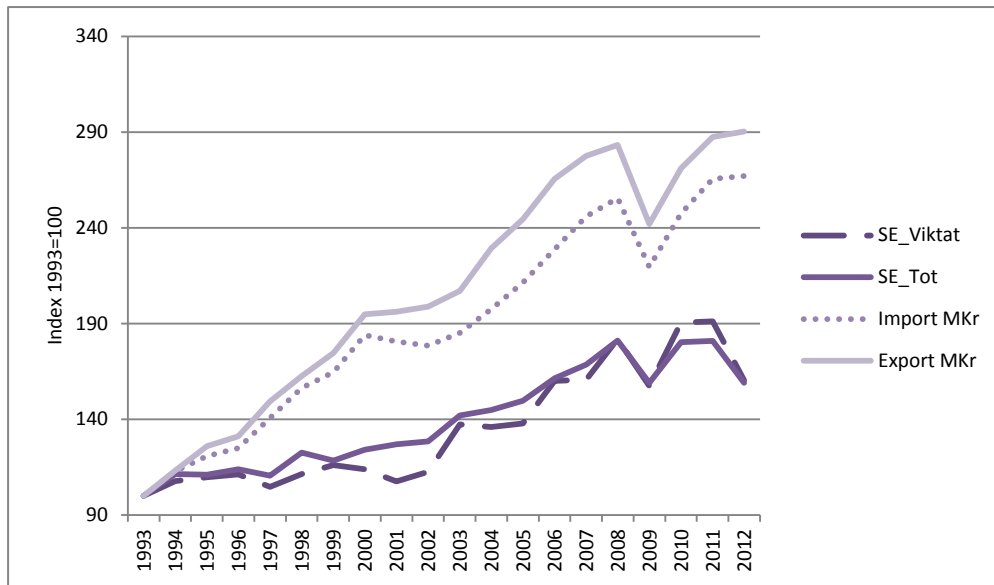
Not till diagrammet: Imp Faktiska= konsumtionens CO2, viktade utsläpp, Imp Svenska= konsumtionens CO2 "som om i Sverige", Dom Indir=Inhemska indirekta CO2, Dom Dir= inhemska direkta CO2

Källa: SCB och WIOD

Utsläppen i andra länder ökar således medan de inhemska utsläppen i Sverige minskar eller ligger ganska konstant beroende på typ av utsläpp och hur de inhemska utsläppen räknas.

Resultaten som syns i diagram 25 påminner om det som visades i diagram 1 i början av denna rapport, där handelns utveckling ställdes mot de officiella svenska utsläppssiffrorna från Naturvårdsverket. Frågan som uppstår är därför: Är utvecklingen av utsläppen i andra länder från svensk inhemsk användning framför allt kopplad till utvecklingen av importen i sig?

**Diagram 25: Utvecklingen av konsumtionens CO2 och handel, ton, SEK, index 1993=100**



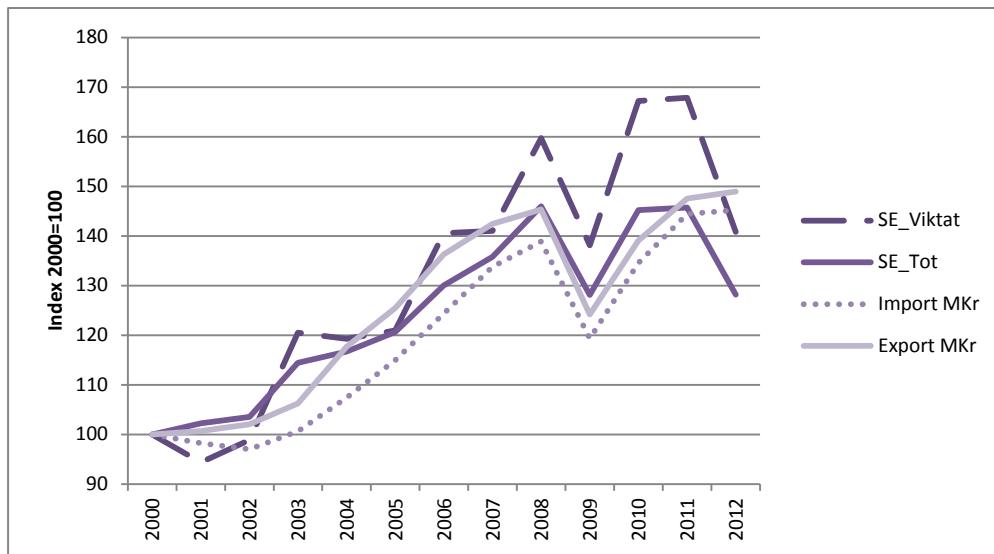
Källa: SCB och WIOD

Om man ser till utvecklingen över hela tidsserien 1993-2012 så ökar utsläppen även snabbare än handeln i sig. Det finns uppenbarligen trender och parallellitet i de bägge men kanske inte så direkt som man skulle önska sig.

I diagram 26 nedan har vi valt att indexera serierna för perioden från 2000, dvs. när bland annat handeln med Kina kom med på allvar. Här finns det en mer lovande samvariation mellan handelsvolymen och utsläppen.

Sannolikt har såväl den svenska ekonomin, sammansättningen av handelspartners, sammansättningen på importefterfrågan och handelspartnernas utsläppsintensitet relativt den svenska, förändrats under hela perioden 1993-2000.

**Diagram 26: Utvecklingen av konsumtionens CO2 och handel, ton, SEK, index 1990=100**



Källa: SCB och WIOD

Om man ser till perioden 2000-2012 så skulle antagligen utrikeshandelsstatistiken i sig kunna ligga till grund för en indikator över utvecklingen av de totala utsläppen i andra länder till följd av inhemsk användning. Om man vill följa enskilda produkter eller handelspartners eller göra analyser över olika komponenter i utvecklingen bör man sannolikt använda en modell som konstruerats för detta ändamål. Det är därför vi använt WIOD för att belysa aspekter kring de senaste decenniernas utveckling utsläpp i andra länder till följd av den import som uppstår såväl i konsumtionen som i produktionen.

### 3. Dekomponeringsansatser

Detta kapitel beskriver översiktligt en nationell strukturell dekomponeringsanalys och en indexbaserad nationell dekomponeringsanalys. Kapitlet beskriver även kort en nyutveckling av en multiregional dekomponeringsanalys. Detta kapitel lämnar därmed diskussionen om konsumtionens klimatpåverkan och går över till den nationella påverkan.

#### 3.1 En strukturell dekomponeringsanalys

För att förstå hur tillväxten i olika delar av ekonomin samvarierar med koldioxidutsläppen finns det olika ansatser för att identifiera vissa komponenter. T.ex. vill man kanske veta hur energieffektiviseringar påverkar utsläppen, i vilken industri detta sker, eller hur ekonomisk tillväxt påverkar utsläppen. Det dataunderlag som används kommer att påverka vilka analyser som kan göras och vilka slutsatser som kan dras av resultaten.

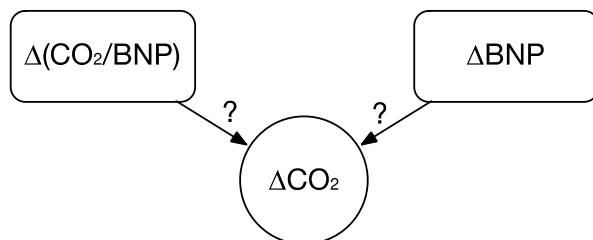
Den dekomponeringsmetod som ofta används av internationella statistikbyråer som vill analysera utvecklingen genom data från miljöräkenskapssystemet, kallas för strukturell dekomponering. Den utgår från att värdet på en viss variabel kan beräknas med hjälp av en ekvation av andra variabler, t.ex. att utsläppen av CO<sub>2</sub> ett visst år beräknas som årets BNP gånger de genomsnittliga utsläppen av CO<sub>2</sub> per BNP-krona. Detta kan skrivas som:

$$(1) \quad CO_2^t = BNP^t * \left( \frac{CO_2^t}{BNP^t} \right)$$

Förändringen i CO<sub>2</sub>-utsläpp mellan två år (0 och 1) kan då skrivas som:

$$(2) \quad \Delta CO_2 = CO_2^1 - CO_2^0 = \left[ BNP^1 * \left( \frac{CO_2^1}{BNP^1} \right) \right] - \left[ BNP^0 * \left( \frac{CO_2^0}{BNP^0} \right) \right]$$

En dekomponeringsanalys syftar därmed till att förklara:



dvs., man vill veta hur mycket av förändringen i CO<sub>2</sub> som beror på förändringen i BNP respektive hur mycket som beror på förändringen i utsläppsintensiteten. Man önskar att dela upp förändringen i dess komponenter. Hur mycket av en förändring i CO<sub>2</sub> på X Ton, kommer från

varje faktor? Vi vill addera de två förändringarna, i Ton, så att de förklarar hela förändringen X.

Detta kan beskrivas i ett enkelt exempel, med antagande om att följande värden gäller för två år – år 0 och år 1:

**Tabell 2: Räkneexempel – steg 1:**

	BNP	CO2/BNP	CO2
T=0	1 000 000	20	20 000 000
T=1	1 100 000	16	17 600 000
$\Delta(T0 \rightarrow T1)$	100 000	-4	-2 400 000

Tanken är att bestämma hur mycket av minskningen av CO2, dvs. -2,4 Mton, som beror på förändringen i BNP respektive utsläppsintensitet. Detta kan göra på olika sätt. Skillnaderna beror framför allt på valet av referensår och om man har samma eller mixade referensår i kalkylen.

Om man har samma referensår så använder man sig av statistiska index som uppkallats efter upphovsmännen Laspeyre respektive Paasche. Det ena baseras på startåret medan det andra baseras på slutårets referensvärden. Det ger följande resultat:

**Tabell 3: Räkneexempel – steg 2**

		$\Delta$ BNP	$\Delta$ (CO2/BNP)	$\Delta$ CO2	Residual
T0	Laspeyre	2 000 000	-4 000 000	-2 000 000	-400 000
T1	Paasche	1 600 000	-4 400 000	-2 800 000	400 000

Värdet för  $\Delta$ BNP/Laspeyre är beräknat som 100 000 MKr ökning i BNP multiplicerat med utsläppsintensiteten 20, för år T0. Det innebär att bidraget från BNP blir 2 Mton CO2. Bidraget från utsläppsintensiteten blir på motsvarande sätt -4 Ton/MKr multiplicerat med 1 000 000 MKr i BNP som ger en CO2-reduktion på 4 Mton. Om dessa kombineras ger det en reduktion av CO2-utsläpp i ekonomin på -2 Mton. Detta är 400 Kton mindre än den faktiska reduktionen. Man får en icke förklarad residual som ofta tolkas som en kombinerad effekt mellan de två förändringarna i sig.

Motsvarande kalkyl med Paasche, där T1 används som referensår, ger en sammanlagd förändring av CO2 som är 400 Kton större än den faktiska. En lika stor residual men med motsatt tecken.

Genom att använda Laspeyre eller Paasche, får man således en residual jämfört med den faktiska förändringen. Det finns givetvis olika sätt att allokera om denna residual så att hela den faktiska förändringen förklaras enbart av förändringen i de två komponenterna.

En lösning föreslogs av de Haan (2000) att mixa referensåren dvs. mixar Laspeyre och Paasche. och detta har testats av andra statistikbyråer, t.ex. Danmark (Rørmose 2010) och Tyskland (Seibel 2003). Metoden ger resultat som inte uppvisar residualer. Det innebär också att antalet möjliga lösningar ökar.

**Tabell 4: Räkneexempel – steg 3**

	$\Delta$ BNP	$\Delta(\text{CO}_2/\text{BNP})$	$\Delta\text{CO}_2$	Residual
T0/T1	2 000 000	-4 400 000	-2 400 000	0
T1/T0	1 600 000	-4 000 000	-2 400 000	0

Här multipliceras förändringen i BNP (100 000 MKr) med utsläppsintensiteten år 0 (dvs. 20 Ton/MKr), vilket ger ett bidrag på 2 Mton CO<sub>2</sub>. Förändringen i utsläppsintensitet (-4 Ton/MKr) multipliceras med BNP år 1 (dvs. 1 100 000 MKr), vilket ger ett bidrag på -4,4 Mton CO<sub>2</sub>. Sammantaget ger det en reduktion av CO<sub>2</sub> med 2,4 Mton vilket är lika med den faktiska förändringen.

Om vi i stället kastar om referensåren, så att förändringen i BNP multipliceras med utsläppsintensiteten år 1 och förändringen i utsläppsintensitet med BNP år 0, så ger det samma totala förändring av CO<sub>2</sub>. Ingen residual här heller. Skillnaden mellan de två kalkylerna ligger i hur stor andel av förändringen som beror på varje komponent.

Förändringen i BNP bidrar i den ena med 2 Mton och i den andra med 1,6 Mton. För utsläppsintensiteten handlar det om -4,4 Mton i ena och -4 Mton i andra. De två formerna har således allokerat om residualen från de tidigare metoderna på två olika sätt, samtidigt som de bägge ger korrekt sammantagen förändring.

Ett sätt att väga samman de olika allokeringarna av bidragen är att ta ett aritmetiskt medelvärde av de två formerna. Det ger:

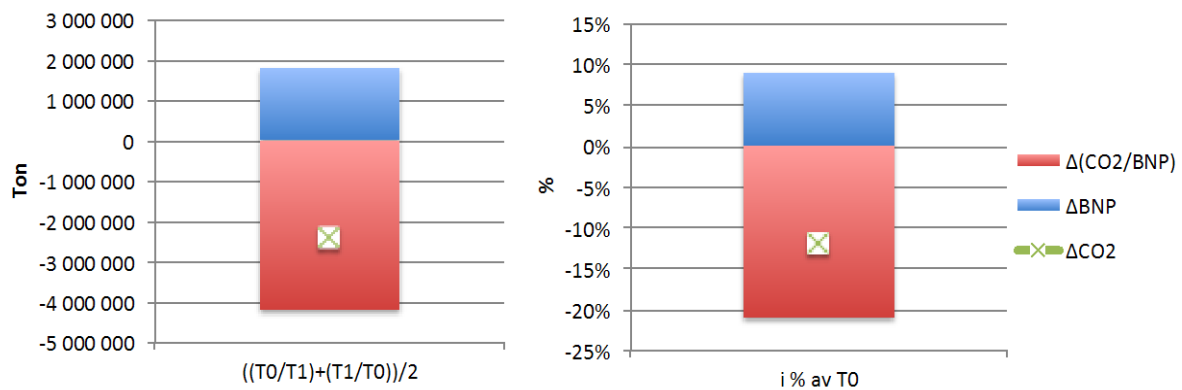
**Tabell 4: Räkneexempel – steg 4**

	$\Delta$ BNP	$\Delta(\text{CO}_2/\text{BNP})$	$\Delta\text{CO}_2$	Residual
$((T0/T1)+(T1/T0))/2$	1 800 000	-4 200 000	-2 400 000	0
i % av T0	9%	-21%	-12%	

Den extra raden visar även den % förändringen från basåret, T0, vilket enkelt låter sig göras eftersom förändringarna beräknas i absoluta tal.

I diagramform kan det ut på följande sätt:

Diagram 27: Visualisering av beräkningen från steg 4



I detta exempel, med två komponenter, BNP respektive CO2/BNP, räckte det med att ta genomsnittet på två lösningar. Varje lösning baseras på en form av blandning mellan komponenterna i olika referenspriser. Antalet former växer med antalet komponenter. Tre komponenter ger 6 former, 4 komponenter ger 24 former, etc.

I exemplet över utvecklingen 1993-2012, nedan, har vi använt 5 komponenter. De fem komponenterna i ekvationen är:

$$(3) \quad CO_2 = \mathbf{e} * (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} * \left[ \left[ \frac{\mathbf{FD}}{\sum \mathbf{FD}} \right] * \left[ \frac{\sum \mathbf{FD}}{\mathbf{Bef}} \right] * \mathbf{Bef} \right]$$

där:

Bef= befolkning (Bef nedan)

$\sum \mathbf{FD} / \mathbf{Bef}$ = summa slutlig användning (inkl export) per capita (FDT nedan)

$\mathbf{FD} / \sum \mathbf{FD}$  =andel slutlig användning per produkt (FDS nedan)

$(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$ =Leontieffinversen (Inv nedan)

$\mathbf{e}$ =utsläppsintensitet, Ton per producerade MKr. (Emi nedan)

Varje komponents bidrag beräknas nu utifrån de övriga 4 komponenternas referensvärde för antingen T0 eller T1, och beroende på i vilken ordning de kommer in i ekvationen. Ekvationsformerna för bidraget från förändringen i befolkning kan t.ex. skrivas:



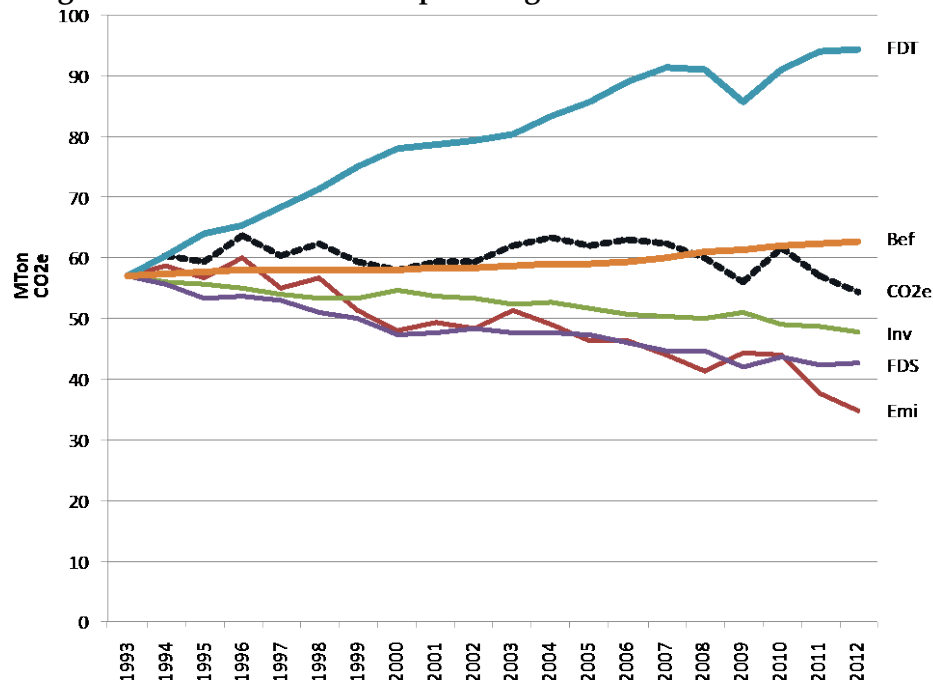
$$\begin{aligned}
\text{Bidrag Bef} = & ((\text{Emi0} * \text{Inv0} * \text{FDS0} * \text{FDT0} * (\text{Bef1} - \text{Bef0})) * 24) + \\
& ((\text{Emi1} * \text{Inv0} * \text{FDS0} * \text{FDT0} * (\text{Bef1} - \text{Bef0})) * 6) + \\
& ((\text{Emi0} * \text{Inv1} * \text{FDS0} * \text{FDT0} * (\text{Bef1} - \text{Bef0})) * 6) + \\
& ((\text{Emi0} * \text{Inv0} * \text{FDS1} * \text{FDT0} * (\text{Bef1} - \text{Bef0})) * 6) + \\
& ((\text{Emi0} * \text{Inv0} * \text{FDS0} * \text{FDT1} * (\text{Bef1} - \text{Bef0})) * 6) + \\
& ((\text{Emi1} * \text{Inv1} * \text{FDS0} * \text{FDT0} * (\text{Bef1} - \text{Bef0})) * 4) + \\
& ((\text{Emi1} * \text{Inv0} * \text{FDS1} * \text{FDT0} * (\text{Bef1} - \text{Bef0})) * 4) + \\
& ((\text{Emi1} * \text{Inv0} * \text{FDS0} * \text{FDT1} * (\text{Bef1} - \text{Bef0})) * 4) + \\
& ((\text{Emi0} * \text{Inv1} * \text{FDS1} * \text{FDT0} * (\text{Bef1} - \text{Bef0})) * 4) + \\
& ((\text{Emi0} * \text{Inv1} * \text{FDS0} * \text{FDT1} * (\text{Bef1} - \text{Bef0})) * 4) + \\
& ((\text{Emi0} * \text{Inv0} * \text{FDS1} * \text{FDT1} * (\text{Bef1} - \text{Bef0})) * 4) + \\
& ((\text{Emi0} * \text{Inv1} * \text{FDS1} * \text{FDT1} * (\text{Bef1} - \text{Bef0})) * 6) + \\
& ((\text{Emi1} * \text{Inv0} * \text{FDS1} * \text{FDT1} * (\text{Bef1} - \text{Bef0})) * 6) + \\
& ((\text{Emi1} * \text{Inv1} * \text{FDS0} * \text{FDT1} * (\text{Bef1} - \text{Bef0})) * 6) + \\
& ((\text{Emi1} * \text{Inv1} * \text{FDS1} * \text{FDT0} * (\text{Bef1} - \text{Bef0})) * 6) + \\
& ((\text{Emi1} * \text{Inv1} * \text{FDS1} * \text{FDT1} * (\text{Bef1} - \text{Bef0})) * 24) / 120
\end{aligned}$$

Nu har vi 120 former, uppdelade på 16 grupper med olika vikter, att beräkna ett genomsnitt för. Detta görs för var och en av de 5 komponenterna.

För att återknyta till diskussionen i kapitel 2 med olika perspektiv på analysen, kan man titta på dekomponeringen på följande sätt (diagram 28)

Det ger följande resultat för utvecklingen över perioden 1993-2012 där komponenternas absoluta årliga bidrag ackumulerats från startåret värde. Det innebär t.ex. att tillväxten i ekonomin, här tolkad som summa slutlig användning per capita (FDT), i sig skulle gjort att de inhemska utsläppen 2012 skulle landat på ca 94 Mton i stället för de 54 Mton de faktiskt hamnade på (CO<sub>2e</sub>).

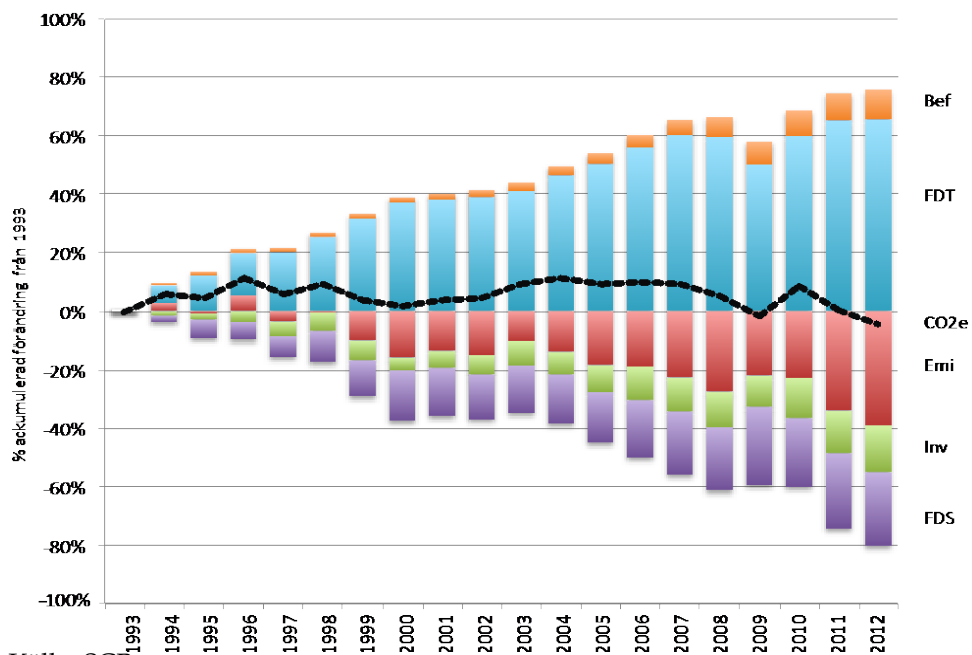
Diagram 28 Strukturell dekomponering med 6 förklarande variabler



Källa: SCB

Översatt till ackumulerad procentuell utveckling, som kanske är ett vanligare sätt att presentera resultatet, ser det ut på följande sätt (diagram 29).

Diagram 29 Strukturell dekomponering med 6 förklarande variabler, ackumulerat



Källa: SCB

### 3.2 Multiregional dekomponeringsanalys

I dekomponeringsanalysen så som den har beskrivits ovan tas inte hänsyn till importen. Med hjälp av så kallade multiregionala input-output-tabeller (Lenzen et al 2012, Hoekstra et al 2011, Wiedman et al 2011) är det däremot möjligt att utföra en strukturell dekomponeringsanalys där det går att se hur den förändrade importstrukturen bidragit till en ökning eller minskning av utsläppen. Förutsättningen är dock, som vid all strukturell dekomponeringsanalys, att man har ekonomiska värden i någon form av fasta priser, eftersom det krävs för att kunna göra jämförelser över tid av ekonomiska variabler utan att data påverkas av inflationen.

Under en internationell konferens 2014 presenterades en sådan multiregional strukturell dekomponeringsanalys baserad på den multiregionala input-output-databasen WIOD<sup>6</sup>. Där har man förutom att titta på de vanliga komponenterna utsläppsintensitet, produktionsstruktur, konsumtionsvolym och konsumtionsstruktur (som nämns i avsnittet om svensk dekomponering ovan), även tittat på hur t.ex. konsumtionsstrukturen kan dekomponeras. Man kan då se om en förändring i var varorna kommer ifrån (från Sverige eller från andra länder), allt annat lika, bidragit till öknings- eller minskningar av utsläppen. Här har man också kunnat se hur förändringen i import per olika ländergrupper (låg-, medel- eller höginkomstländer), bidragit till förändrade utsläpp.

### 3.3 Indexbaserad dekomponeringsanalys

Indexdekomponeringsanalys (IDA) bygger till skillnad från strukturell dekomponeringsanalys (SDA) på en dekomponering som inte kräver någon input-output-analys (Hoekstra and van den Bergh 2003). Detta kan också formuleras som att SDA handlar om dekomponering av t.ex. utsläpp pga. efterfrågan på varor och tjänster, medan IDA handlar om dekomponering av direkta utsläpp, ur ett produktionsperspektiv eller territoriellt perspektiv.<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup> Hoekstra, 2015: Personlig kommunikation och presentation på The 22nd International Input-Output Conference, Lissabon, 2014 (studie inskickad men ännu ej accepterad).

<sup>7</sup> För olika utsläppsperspektiv, se EEA, 2013: European Union CO2 emissions: different accounting perspectives.

### IPAT-ekvationen

En mycket enkel form av indexdekomponering utgörs av den s.k. IPAT-ekvationen (Commoner 1972, Ehrlich and Holdren 1970, 1971). Där betraktar man utsläpp, eller vilken miljöpåverkan (I, Impact) som helst, som en produkt av befolkning (P), välstånd (A) och teknologi (T). Miljöpåverkan dekomponeras alltså multiplikativt.

Det är möjligt att utvidga analysen och inkludera flera variabler, något som testades 2013 av SCB i samarbete med Naturvårdsverket. Denna dekomponering byggde på utsläppsdata ur ett territoriellt perspektiv, dvs de data som Sverige rapporterar till FN inom ramen för UNFCCC och Kyotoprotokollet.<sup>8</sup>

Följande ekvation beskriver den dekomponering som då utfördes:

$$(4) \quad I = P \times A \times T_e \times T_r \times T_i ,$$

med komponenterna:

I: CO<sub>2</sub>-utsläppen från den fossila energin (I = Impact)

P: Befolkningen (P = Population)

A: BNP per capita (A = Affluence)

T<sub>e</sub>: Energiintensiteten, total primärenergitillförsel per BNP-krona (T = Technology)

T<sub>r</sub>: Andelen fossil energi i den totala primärenergitillförseln (T = Technology)

T<sub>i</sub>: CO<sub>2</sub>-intensiteten, CO<sub>2</sub> per enhet fossil energi (T = Technology)

I diagram 30 nedan beskrivs hur dessa komponenters tillväxtfaktorer utvecklades mellan 1990 till 2011 i fallet Sverige. T.ex. är tillväxtfaktorn för CO<sub>2</sub> år 2011 i förhållande till år 1990 0,82, dvs CO<sub>2</sub>-utsläppen är 0,82 gånger vad de var 1990, dvs 18 % lägre.

Tillväxtfaktorn 0,82 är i sin tur en produkt av de övriga komponenternas tillväxtfaktorer, enligt uttrycket ovan. År 2011 blir den produkten

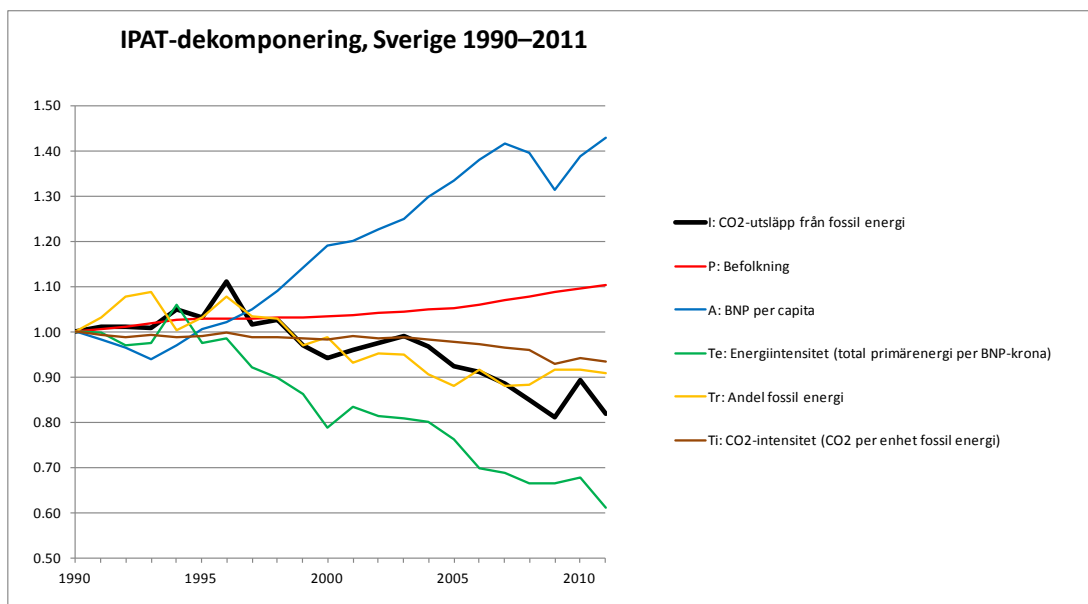
$$(5) \quad 0,82 = 1,10 \times 1,43 \times 0,66 \times 0,92 \times 0,85.$$

Detta betyder att befolkningen har förändrats med faktorn 1,1, BNP per capita med faktorn 1,43, energiintensiteten med faktorn 0,66, andelen fossil energi med faktorn 0,92 och CO<sub>2</sub>-intensiteten med faktorn 0,85, vilket alltså multiplicerat blir en sammanlagd förändring av utsläppen med faktorn 0,82.

---

<sup>8</sup> Liknande IPAT-dekomponeringar finns i EEA, 2011 och i IPCC, 2014.

**Diagram 30: IPAT-dekomponering av stationär förbränning, Sverige, 1990-2011**



Not till diagrammet: CO2-utsläppen är från den fossila energin enligt IPCC-kategori 1 A (sectoral approach). Notera att process-utsläpp från industrin, utsläpp från diffusa källor, jordbruk, skogsbruk, fiske, avfall och övrigt ej ingår, ej heller utsläpp från internationella transporter.

Källa: Naturvårdsverket och SCB.

Notera att den procentuella förändringen hos komponenterna ej kan adderas för att få den totala förändringen i utsläpp. Om t.ex. förändringen i utsläpp beror på två komponenter vilka var och en har haft en tillväxtfaktor på 1,2 (dvs en 20-procentig förändring hos var och en av komponenterna), så har utsläppen förändrats med en tillväxtfaktor lika med  $1,2 \times 1,2 = 1,44$  (dvs en förändring med 44 % och inte 40 %).

### **IPAT-ekvationen reviderad med en strukturfaktor: ett förslag**

En indexerad dekomponeringsanalys ger en förenklad bild av orsakerna bakom utsläppsminskningarna i Sverige. Bland annat innebär det, så som analysen är uppbyggd ovan, att den inte tar hänsyn till strukturförändringar i den svenska ekonomin.

T.ex. skulle den kraftiga minskningen i energiintensitet som ses i diagram 27, kunna bero på bättre teknik, men dessutom att vissa branscher med låg energianvändning och högt förädlingsvärde ökat i betydelse på bekostnad av andra mer energiintensiva branscher. Men den aspekten går inte att se i analysen utan måste kompletteras med ytterligare information.

Ett möjligt sätt att hantera detta är att utvidga IPAT-ekvationen ovan med att införa en strukturfaktor (Seibel 2003). Detta kan beskrivas genom att IPAT-ekvationens olika faktorer skrivs först på följande sätt:

$$(6) \quad \text{CO}_2/\text{J} * \text{J}/\text{VA} * \text{VA}/\text{BNP} * \text{BNP}/\text{P} * \text{P} = \text{CO}_2,$$

eller mer kompakt som

$$(7) \quad C * E * V * A * P = I$$

där  $C = \text{CO}_2/\text{J}$ ,  $E = \text{J}/\text{VA}$ ,  $V = \text{VA}/\text{BNP}$ ,  $A = \text{BNP}/\text{P}$  och  $P = \text{P}$ .

Vid första anblicken ser detta kanske ut som IPAT-ekvationen för en enskild bransch. Men här är poängen att  $V$  är en vektor (kolonnvektor) med förädlingsvärdeandelar av BNP per bransch.  $E$  är också en vektor (egentligen en diagonalmatris för att det ska gå ihop matematiskt, men för enkelhets skull kan vi säga att det är en vektor) med energikonsumtion per bransch, och på motsvarande sätt med  $C$  som är en vektor (radvektor) med  $\text{CO}_2$ -intensiteten i den energi som används per bransch.  $A$  och  $P$  är vanliga skalärer, dvs vanliga tal (ej vektorer).

Nu utför vi inte multiplikativ dekomponering som vi brukar göra här, utan additiv. Det är den typen av dekomponering som vi tidigare utfört när vi gjort en strukturell dekomponering, men här håller vi oss fortfarande till en indexdekomponering av utsläppen från ett produktionsperspektiv, dvs vi blandar inte in någon input-output-tabell i ekvationen.

Vad vi då får i den additiva dekomponeringen, det är att en förändring i  $I$  (utsläppsförändringen) kan delas upp på följande sätt:

$$(8) \quad \Delta I = \Delta C * E * V * A * P + C * \Delta E * V * A * P + C * E * \Delta V * A * P + C * E * V * \Delta A * P + C * E * V * A * \Delta P$$

Dvs förändringen  $\Delta I$  består av en summa av förändringar i de olika komponenterna  $C$ ,  $E$ ,  $V$ ,  $A$  och  $P$ .<sup>9</sup> T.ex. den tredje termen ovan kommer då att beskriva hur mycket strukturförändringar i industrin bidraget till utsläppsförändringen, kontrafaktiskt, dvs givet att de andra variablerna hade varit konstanta.

---

<sup>9</sup> Tittar man på en enskild term i ekvation (8) ovan, och betänker vilka av variablerna som är vektorer, matriser och skalärer, så ser man med hjälp av matrisalgebra att när de olika variablerna multipliceras ihop så blir slutresultatet ett vanligt tal. Dvs när man utför t.ex. multiplikationen  $\Delta C * E * V * A * P$  så blir det ett tal, och inte en vektor. Detta som en kommentar till den läsare som kanske tycker det är märkligt att vi får ut ett endimensionellt tal som beskriver en förändring, när vi har indata i form av matriser och vektorer.

Det är dock viktigt här att avgränsningen för förädlingsvärdets bidrag motsvarar utsläppens och energianvändningens bidrag, dvs att samma aktörer återfinns i dataunderlagen.

*Fler exempel på indexdekomponeringsanalyser som tar hänsyn till strukturförändringar i ekonomin*

Det finns många exempel i litteraturen på andra typer av mer avancerade indexdekomponeringar som också tar hänsyn till strukturförändringar i ekonomin, men dessa har inte kunnat studeras närmre inom ramen för detta uppdrag. I dessa använder man en teknik kallad Log Mean Divisia Index för att genomföra dekomponeringen. Exempel ges t.ex. i Hoekstra & van den Bergh, 2003, O'Mahony, 2013 samt Henriques och Kander, 2010. Den senare innehåller bl.a. en jämförelse mellan olika länder, däribland Sverige, över vilka faktorer som bidragit till den minskande energiintensiteten i landet mellan 1971–2005.

## Referenser

- Commoner, B., 1972. The environmental cost of economic growth. In: Ridker, R.G. (ed). Population, resources, and the environment. The commission on population growth and the American future, Research reports, Volume III, Washington, D.C.
- De Haan., 2001. Structural Decomposition Analysis of Pollution in the Netherlands, Economic Systems Research Vol 13 No 2, 2001
- European Environment Agency, 2011. Greenhouse gas emissions in Europe: a retrospective trend analysis for the period 1990-2008. EEA Report, No 6/2011.
- European Environment Agency, 2013. European Union CO2 emissions: different accounting perspectives. EEA Technical report, No 20/2013.
- Ehrlich, P.R. and Holdren, J.P., 1970. The people problem. Saturday Review, 53 (27), 42-43.
- Ehrlich, P.R. and Holdren, J.P., 1971. Impact of population growth. Science, 171 (3977), 1212-1217.
- Helm, R. van der, Hoekstra, R. and Smits, J.P., 2010. Economic growth, structural change and carbon dioxide emission: the case of the Netherlands 1960-2008. Statistics Netherlands.
- Hoekstra, R. and van den Bergh, J.C.J.M., 2003. Comparing structural and index decomposition analysis. Energy Economics, 25 (1), 39-64.
- Hoekstra, R., 2015. Personlig kommunikation och presentation på The 22nd International Input-Output Conference, Lissabon, 2014 (studie inskickad men ännu ej accepterad).
- IPCC, 2014. Drivers, Trends and Mitigation. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Lenzen, M., Kanemoto, K., Moran, D., Geschke, A. Mapping the Structure of the World Economy (2012). Env. Sci. Tech. 46(15) pp 8374-8381.
- Naturvårdsverket, 2012. Steg på vägen. Fördjupad utvärdering av miljömålen 2012. Rapport 6500.
- Rørnøse Jensen, P., 2010. Structural Decomposition Analysis. Sense and Sensitivity. Statistics Denmark.
- Seibel, S., 2003. Decomposition analysis of carbon dioxide emission changes in Germany – Conceptual framework and empirical results. European Communities.



Timmer (ed), 2012. The World Input-Output Database (WIOD): Contents, Sources and Methods.

Wiedmann, T., Wilting, H. C., Lenzen, M., Lutter, S. and Palm, V, 2011. Quo Vadis MRIO? Methodological, data and institutional requirements for multi-region input-output analysis. *Ecological Economics*, 70, 1937–1945.

Xu, Y. and Dietzenbacher, E., 2014. A structural decomposition analysis of the emissions embodied in trade. *Ecological Economics*, 101, 10-20.