

# Jämförelse av två sätt att illustrera länderns miljöpåverkan, ur produktionsbaserat perspektiv samt ur konsumtionsbaserat perspektiv

*Madeleine Karlsson*

---

Examensarbete 2012  
Institutionen för Teknik och samhälle  
Miljö- och Energisystem  
Lunds Tekniska Högskola





**LUNDS UNIVERSITET**  
Lunds Tekniska Högskola

Institutionen Teknik och Samhälle  
Miljö- och energisystem

Jämförelse av två sätt att illustrera länders miljöpåverkan, ur  
produktionsbaserat perspektiv samt ur konsumtionsbaserat perspektiv

Madeleine Karlsson

Examensarbete

2012



Dokumentutgivare, Dokumentet kan erhållas från LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA vid Lunds universitet Institutionen för teknik och samhälle Miljö- och energisystem Box 118 221 00 Lund Telefon: 046-222 00 00 Telefax: 046-222 86 44	Dokumentnamn
	Examensarbete
	Utgivningsdatum
	Feb 2012
	Författare
	Madeleine Karlsson

Dokumenttitel och undertitel

Jämförelse av två sätt att illustrera länders miljöpåverkan, ur produktionsbaserat perspektiv samt ur konsumtionsbaserat perspektiv

#### Sammandrag

Ett vanligt sätt att se på ett lands påverkan på den globala och lokala miljön är att utgå ifrån utsläpp och resursanvändning som sker inom landet. Miljöpåverkan som uppstår vid produktion av varor och tjänster beräknas då till det land i vilket produktionen sker, så kallad produktionsbaserad miljöpåverkan. I takt med den växande globala handeln har intresset för att beräkna miljöpåverkan från konsumtion av varor och tjänster ökat. I ett konsumtionsperspektiv tilldelas den miljöpåverkan som uppstår vid produktion av varor och tjänster slutkonsumenten oavsett var i världen produktionen sker.

Det ekologiska fotavtrycket introducerades i början av 90-talet som ett mått på människors efterfrågan på ekologiska tjänster. Konceptet är idag välkänt och används bland annat utav regeringar och organisationer som en indikator över hållbar utveckling. Vattenfotavtrycket utvecklades som en analog till det ekologiska fotavtrycket och beräknar människors beslag på färskvattenresurser ur ett konsumtionsperspektiv. Kol- och koldioxidfotavtrycket är i denna studie ett mått på länders konsumtionsbaserade utsläpp av växthusgaser.

I examensarbetet studeras Kina, Indien, Ryssland och Sveriges miljöpåverkan ur ett produktionsperspektiv samt ur ett konsumtionsperspektiv i miljöpåverkanskategorierna utsläpp av växthusgaser, vattenanvändning och markanvändning. Produktionsbaserad miljöpåverkan i dessa kategorier jämförs med ländernas kolfotavtryck, vattenfotavtryck och ekologiska fotavtryck.

Resultaten av studien visar att skillnaden i de två perspektiven till stor del beror på hur mycket och vilken typ av varor och tjänster som ett land importerar och exporterar samt hur resurseffektiv produktion av dessa varor och tjänster är. För Kina och Ryssland med stor export av industriella varor och fossila bränslen är de produktionsbaserade utsläppen av växthusgaser markant större än de konsumtionsbaserade utsläppen. För Indien med stor export av jordbruksprodukter har internationell handel stor påverkan på landets användning av färskvattenresurser. För Sverige med högre per capita-konsumtion än de övriga länderna är den konsumtionsbaserade miljöpåverkan jämförelsevis stor i alla de tre kategorierna.

#### Nyckelord

Produktionsbaserad miljöpåverkan, konsumtionsbaserad miljöpåverkan, fotavtryck, utsläpp av växthusgaser, färskvattenanvändning, markanvändning.

Sidomfång	Språk	ISRN
53	Svenska Sammandrag på engelska	LUTFD2/TFEM--12/5061--SE + (1-53)



Organisation, The document can be obtained through LUND UNIVERSITY Department of Technology and Society Environmental and Energy Systems Studies Box 118 SE - 221 00 Lund, Sweden Telephone: int+46 46-222 00 00 Telefax: int+46 46-222 86 44	Type of document
	Master thesis
	Date of issue
	Feb 2012
	Authors
	Madeleine Karlsson

**Title and subtitle**

Comparison of two ways to illustrate the environmental impact of countries, from a production-based perspective and from a consumption-based perspective.

**Abstract**

A common way of categorizing the impacts of a country's activities on the global and local environment is to look at emissions and extraction of resources taking place within the country, a so called production-based perspective. Growing global trade has caused an increasing interest in evaluating the environmental impacts embodied in trade of goods and services. In a consumption-based perspective the environmental impacts associated with production of goods and services are allocated to the final consumer regardless of where the production has taken place.

The Ecological footprint was first introduced 1990 as a way to estimate the demand for ecosystem services for human purposes. The concept is today well known and used by governments and organizations as a measure of sustainable development. The water footprint was introduced as an analogue to the ecological footprint in order to determine human appropriation on water resources. The carbon footprint is a measure of nations consumption-based emissions of greenhouse gases.

In this study the environmental impacts of China, India, Russia and Sweden, from a production-based perspective and a consumption-based perspective, are compared in order to examine how trade affects the impacts of the countries. The categories that are included are emissions of greenhouse gases, use of freshwater resources and use of land. Statistics of production-based environmental impacts are compared with carbon footprints, water footprints and ecological footprints of the nations.

The results of the study show clear differences in the perspectives between the countries and the categories. The differences largely depend on how much and what type of goods and services that are exported and imported by the countries as well as how resource-effective the production is. China and Russia with large exports of industrial products and fossil fuels have large production-based emissions of greenhouse gases compared to consumption-based emissions. In India with great export of agriculture products international trade is largely affecting the use of freshwater resources. Sweden with a higher per capita consumption than the other countries have relatively large consumption-based impacts in all the studied categories.

**Keywords**

Production-based environmental impacts, consumption-based environmental impacts, footprint, emissions of greenhouse gases, fresh water use, land use.

Number of pages	Language	ISRN
53	Swedish, English abstract	LUTFD2/TFEM--12/5061--SE + (1-53)



## **Förord**

Jag vill rikta ett stort tack till mina handledare på LTH Jamil Kahn och Charlotte Malmberg för vägledning och värdefulla kommentarer under arbetets gång.

Examensarbetet har utförts i samarbete med Naturvårdsverkets avdelning för internationellt samarbete. Jag vill tacka Lotten Sjölander och Ulrik Westman på Naturvårdsverket för förslag till examensarbetets innehåll och tillgång till användbar information.



## Innehållsförteckning

1. Inledning.....	3
1.1 Bakgrund.....	3
1.2 Syfte.....	3
1.3 Frågeställning.....	3
1.4 Metod.....	3
1.5 Avgränsningar.....	4
1.6 Disposition.....	4
<b>2. Teorikapitel.....</b>	<b>5</b>
2.1. Produktionsperspektiv.....	5
2.2. Konsumtionsperspektiv.....	6
2.2.1. Ekologiskt fotavtryck.....	7
2.2.2. Kol- och koldioxidfotavtryck.....	8
2.2.3. Vattenfotavtryck.....	10
2.3. Jämförelse mellan produktionsperspektiv och konsumtionsperspektiv.....	12
<b>3. De studerade länderna.....</b>	<b>13</b>
3.1. Kina.....	13
3.2. Indien.....	14
3.3. Ryssland.....	15
3.4. Sverige.....	16
3.5. Sammanfattning.....	17
<b>4. Resultat.....</b>	<b>18</b>
4.1 Utsläpp av växthusgaser.....	18
4.1.2. Utsläpp av koldioxid.....	19
4.1.3. Utsläpp av växthusgaser.....	22
4.1.4. Energi och energianvändning.....	25
4.2. Färskvattenanvändning.....	26
4.3. Markanvändning.....	31
<b>5. Analys.....</b>	<b>35</b>
5.1. Utsläpp av växthusgaser.....	35
5.2. Färskvattenanvändning.....	37
5.3. Markanvändning.....	38
5.4. Sammanfattning av ländernas miljöpåverkan och utmaningar.....	39
<b>6. Diskussion och slutsats.....</b>	<b>41</b>
<b>7. Referenser.....</b>	<b>44</b>

## **1. Inledning**

Nedan följer en genomgång av examensarbetets bakgrund, syfte, frågeställningar samt metod och avgränsningar. Avslutningsvis presenteras rapportens disposition.

### **1.1. Bakgrund**

Mänsklig påverkan på miljön har lett till att flera av jordens fysiska och biologiska system idag är under stor press. Klimatförändringar, förlust av biodiversitet, brist på färskvattenresurser och utarmning av naturresurser är några av dagens stora globala utmaningar. I takt med världens globalisering har den internationella handeln med varor och tjänster ökat, som andel av världens bruttonationalprodukt har den tredubblats sedan 1970 (Naturvårdsverket 2010). På grund av handel uppstår den miljöpåverkan som produktion av varor och tjänster ger upphov till i andra geografiska områden än där de konsumeras. Miljöpåverkan som konsumtion resulterar i är bland annat uttag av naturresurser, förlust av biodiversitet, avskogning, utsläpp av växthusgaser och kemikalier. En betydande del av den internationella handeln sker mellan utvecklade länder och tillväxtländer, länderna som många gånger har jämförelsevis låga miljökrav och bristfällig hushållning med naturresurser.

Den miljöpåverkan som uppstår på grund av handel med varor och tjänster har fått ökad uppmärksamhet på såväl internationell nivå inom FN, EU som på nationell nivå i Sverige. En vanligt förekommande benämning på konsumtionsbaserad miljöpåverkan är fotavtryck. Idag finns nationers fotavtryck beräknade i form av ekologiskt fotavtryck, vattenfotavtryck samt kol- och koldioxidfotavtryck.

### **1.2. Syfte**

Examensarbetet syftar till att utifrån länderna Kina, Indien, Ryssland och Sverige jämföra två perspektiv att illustrera nationers miljöpåverkan; ur ett produktionsbaserat perspektiv samt ur ett konsumtionsbaserat perspektiv. I det produktionsbaserade perspektivet presenteras den miljöpåverkan som uppstår inom landets gränser. I det konsumtionsbaserade perspektivet ingår även miljöpåverkan som uppstår vid produktion av varor och tjänster som konsumeras av invånarna i ett land oavsett var i världen de produceras. De miljöpåverkanskategorier som ingår i studien är utsläpp av växthusgaser, färskvattenanvändning och markanvändning. Jämförelsens syfte är att identifiera skillnader i de två perspektiven för de olika länderna samt orsak till olikheterna för att undersöka vilken inverkan internationell handel har på de studerade ländernas miljöpåverkan.

### **1.3. Frågeställningar**

- Vilka skillnader finns mellan ett produktionsbaserat och konsumtionsbaserat perspektiv vad gäller de studerade ländernas miljöpåverkan?
- Finns det viktiga skillnader mellan de olika länderna och mellan olika miljöpåverkanskategorier?
- Vad beror skillnader i miljöpåverkan ur de två perspektiven på?
- Vilka är fördelarna och nackdelarna med de två perspektiven och hur bör de användas framöver?
- Finns det anledning att komplettera nationell statistik över länders miljöpåverkan med påverkan från gränsöverskridande aktiviteter så som handel?

### **1.4. Metod**

I studien har statistik över Kina, Indien, Ryssland och Sveriges nationella utsläpp av växthusgaser, färskvattenanvändning och markanvändning hämtats från bland annat FN:s statistiska databaser, World Bank samt från miljöinstitut och universitet. Statistiken jämförs med konsumtionsbaserad miljöpåverkan i form av ländernas ekologiska fotavtryck, vattenfotavtryck och kolfotavtryck. Nationernas fotavtryck har beräknats av olika organisationer och universitet. Utifrån jämförelsen

analyseras skillnaderna. Ekologiskt fotavtryck, vattenfotavtryck och kolfotavtryck granskas utifrån de beräkningsmetoder som används samt utifrån syftet att illustrera länders miljöpåverkan ur ett konsumtionsperspektiv.

#### *Datakvalitet*

Produktionsbaserad statistik bygger ofta på nationell statistik som samlas in och behandlas av olika FN organisationer. Kvaliteten då datan beror därmed till stor del på hur varje land dokumenterar och följer upp miljörelaterad data. Vid beräkning av konsumtionsbaserad data har miljörelaterad statistik använts i kombination med statistik över handel mellan olika länder. Bristande kvalitet och kvantitet i handelsstatistik medför att de konsumtionsbaserade beräkningarna är förenade med en större osäkerhet än den produktionsbaserade statistiken.

### **1.5. Avgränsningar**

#### *Motiv för val av miljöpåverkanskategorier*

En beskrivning av de studerade ländernas totala miljöpåverkan skulle innefatta en rad olika miljöpåverkanskategorier som i denna studie exkluderas så som utsläpp av aerosoler, förlust av biologisk mångfald, övergödning och utsläpp av miljö- och hälsoskadliga ämnen. Idag finns metodik för beräkning av utsläpp av växthusgaser, färskvattenanvändning samt mänsklig efterfrågan på olika typer av areal ur ett konsumtionsperspektiv genom det ekologiska fotavtrycket, vattenfotavtrycket samt kolfotavtrycket. Fotavtrycken inkluderar inte miljöpåverkan som konsumtion ger upphov till i andra miljöpåverkanskategorier, vilket är anledningen till att dessa kategorier exkluderas även i denna studien. I studien används fotavtryck som mått på ländernas konsumtionsbaserade miljöpåverkan då de beräknar påverkan från alla de länder som ingår i studien.

#### *Motiv för val av länder*

Kina, Indien och Ryssland utgjorde 2010 tillsammans knappt 40% av världens befolkning (UN DESA 2011). Det är tre länder med varierande befolkningsutveckling, ekonomisk utveckling och tillgång till naturresurser. På grund av ländernas stora befolkningar och areal har miljöpåverkan från dessa länder en stor betydelse för såväl den lokala som den globala miljön. Kina, Indien och Rysslands miljöprestanda är även intressant då Sverige via Naturvårdsverket har pågående samarbetsprojekt i dessa länder. Samarbetena rör olika miljöområden i länderna så som kapacitetsutveckling och kemikaliehantering (Naturvårdsverket 2011). De olika ländernas miljöpåverkan jämförs med Sveriges miljöpåverkan för att ställa dem i relation till ett välutvecklat land med liten befolkning vars ekonomi är starkt beroende av internationell handel.

### **1.6. Disposition**

Inledningsvis presenteras de två studerade perspektiven; produktionsbaserat perspektiv och konsumtionsbaserat perspektiv. I kapitel 2.2. som behandlar konsumtionsperspektivet ingår en genomgång av de olika fotavtrycken och deras metodik. I kapitel 3 presenteras de fyra länderna som ingår i studien. I kapitel 4 redovisas resultaten av jämförelsen i de olika kategorierna följt av en analys av resultaten i kapitel 5. Rapporten avslutas med en diskussion och slutsats över resultaten.

## 2. Teorikapitel

Ett konventionellt sätt att se på länders miljöpåverkan är att utgå ifrån vilket land miljöpåverkan har uppstått, så kallat produktionsbaserat eller geografiskt perspektiv. Miljöpåverkan från produktion av varor och tjänster beräknas då till det land i vilket produktionen sker. Ur ett konsumtionsperspektiv fördelas istället den miljöpåverkan som uppstår vid produktion av en vara eller en tjänst på slutkonsumenten, oavsett var i världen eller var i produktionskedjan miljöpåverkan har uppstått. Ett lands miljöpåverkan kan skilja sig mellan de två perspektiven, särskilt för länder med stor internationell handel.

### 2.1. Produktionsperspektiv

Internationella organisationer så som FN och the World Bank utgår vanligtvis från nationers produktionsbaserade miljöpåverkan. FN:s internationella klimatkonvention och Kyotoprotokollet som syftar till att begränsa utsläpp av växthusgaser är ett exempel där produktionsperspektiv används vid förhandlingar. Kyotoprotokollet viktigaste aspekt är att det innehåller bindande mål för industrialiserade länder, så kallade Annex I länder att minska eller reducera sina utsläpp av växthusgaser. Annex I länders åtagande gäller utsläpp inom landets gränser och exkluderar bland annat utsläpp från internationella flyg- och båttransporter (UNFCCC 2012). Genom flexibla mekanismer så som utsläppshandel kan Annex I länder delvis uppnå sina åtagande genom projekt som minskar utsläpp i andra länder. Kina, Indien, Ryssland och Sverige är alla parter till UNFCCC och har signerat Kyotoprotokollet (UNFCCC 2011a). Ryssland och Sverige tillhör gruppen Annex I-länder och har därmed åtaganden enligt protokollet. Rysslands åtagande är enligt dagens avtal som löper ut 2012 att inte öka landets utsläpp, utan utsläppen ska maximalt vara på samma nivå som i början av 90-talet (UNFCCC 2011b). Sveriges åtagande är en tillåten ökning på 4% från 1990 års nivå, till 75 miljoner ton växthusgaser. 2008 beräknades Sveriges nationella utsläpp till 64 ton växthusgaser. Denna reduktion av de nationella utsläppen innebär att Sverige kommer att tilldelas ett överskott av utsläppsenheter. Dessa enheter kan Sverige välja att sälja, spara eller annullera. Om de sparas kan de användas för att nå framtida utsläppsåtaganden och om de säljs kommer nettoeffekten av utsläppsminskningen sannolikt bli noll (Naturvårdsverket 2011). Kina och Indien tillhör gruppen non-Annex I länder och har då inga åtaganden att minska eller reducera sina utsläpp enligt dagens avtal (UNFCCC 2011c).

Statistik över produktionsbaserade växthusgaser som ingår i denna studie har hämtats från olika källor. För utsläpp av koldioxid har data hämtats från CDIAC Environmental Science Division Oak Ridge National Laboratory, Tennessee USA. Koldioxidutsläppen som ingår kommer från förbränning av flytande, fasta och gasformiga fossila bränslen samt från gasfackling och cementproduktion. Utsläpp från båtar och flyg som bunkrar i ett land finns likaså beräknade men ingår ej i statistiken över ländernas totala utsläpp av koldioxid. Koldioxidutsläpp från förändrad markanvändning ingår inte i resultaten. Statistik över övriga växthusgaser är hämtade från the World Bank. De metanutsläpp som ingår uppstår vid mänskliga aktiviteter så som jordbruk och industriprocesser. Utsläpp av lustgas inkluderar utsläpp från förbränning av biomassa i jordbruket, industriella aktiviteter och djuruppfödning. Utsläpp av perfluorkarboner (PFCs), fluorkolväten (HFCs) och svavelhexafluorid (SF<sub>6</sub>) som ingår i studien, även benämnt övriga växthusgaser, uppkommer vid industriell produktion (World Bank 2011a).

För vattenanvändning är det vanligt att statistik behandlar nationellt uttag av yt- och grundvatten. Vatten som förekommer som markfuktighet inkluderas då inte. I studien har statistik från FN:s mat- och jordbruksorganisation FAO använts för att skapa en bild av ländernas vattentillgång och

vattenanvändning ur ett produktionsperspektiv. I kategorin markanvändning har statistik över användning och förändring av markareal i länderna likaså hämtats från FAO.

### *För- och nackdelar med produktionsperspektiv*

Vid internationella förhandlingar används vanligtvis produktionsperspektiv eftersom ett land har förfogande över de aktiviteter som sker inom landets gränser. Att introducera konsumtionsbaserad miljöpåverkan och utsläpp från internationella transporter skulle resultera i mer komplex statistik och ansvarsfördelning. En klart negativa aspekter med produktionsperspektivet är att producenten blir ensamt ansvarig för miljöpåverkan från produktionen av varor och tjänster även då varorna konsumeras av andra länder.

## **2.2. Konsumtionsperspektiv**

I takt med det senaste århundradets snabba befolkningsökning samt ökat globalt välstånd har konsumtion av naturresurser samt utsläpp av avfall nått en gräns som överstiger jordens förmåga att förnya dessa resurser samt att ta hand om avfallet. Skog skövlas, huvudsakligen i tropiska områden, i snabbare takt än vad den kan återväxa, 15% av världens fiskebestånd hotas idag av utfiskning och dagens utsläpp av växthusgaser är betydligt större än vad som absorberas av hav och vegetation. Det globala uttaget av naturresurser så som biomassa, fossila bränslen och metaller har ökat med 45% de senaste 25 åren. Det tryck på miljön och dess regenerativa förmåga som uppkommer på grund av konsumtion av varor och tjänster är ojämn i sin karaktär och geografisk fördelning (Galli et al. 2011). Människor i rika länder konsumerar mellan fem till tio gånger så mycket resurser som människor i fattiga länder (VanDeveer 2011). Varor och tjänster ger under sin livscykel upphov till olika sorters miljöpåverkan, från råvaruutvinning, produktion, transport, användning och slutligt omhändertagande. Globalt och lokalt resulterar konsumtion av varor och tjänster indirekt bland annat i förlust av biodiversitet, avskogning, utsläpp av växthusgaser och kemikalier (Naturvårdsverket 2010).

Oro över globala ekologiska begränsningar och brist på naturresurser har funnits sedan 70-talet men fick särskild uppmärksamhet vid toppmötet om hållbar utveckling i Rio de Janeiro 1992. Vid mötet konstaterades att den huvudsakliga orsaken till pågående försämring av den globala miljön är ohållbara mönster av konsumtion och produktion, speciellt i industrialiserade länder, vilket är en angelägenhet av stor oro som förvärrar fattigdom och obalanser mellan länder (Agenda 21, Chap 4.3. (1992)). Problematiken med miljöpåverkan från konsumtion av varor och tjänster har sedan dess uppmärksammats på flera olika beslutsfattande nivåer. Inom FN har hållbar konsumtion och produktion identifierats som den centrala aspekten av hållbar utveckling (UN DESA 2011a). Marrakech processen är en global process för att stödja utveckling av ett 10-årigt ramverk av program för hållbar konsumtion och produktion. Etableringen av ramverket efterfrågades av regeringar vid toppmötet om hållbar utveckling i Johannesburg 2002. FN organisationerna UNEP och UN DESA är ansvariga för processen. Målet med Marrakechprocessen är att stödja länder i deras arbete att gå mot mer gröna ekonomier, att hjälpa företag att utveckla gröna affärsmodeller samt att uppmuntra konsumenter att anta en mer hållbar livsstil (The Marrakech Process 2011)

Inom EU blev hållbar utveckling ett övergripande mål 1997 då det inkluderades i Amsterdamfördraget. Den första strategin för hållbar utveckling, SDS, tillkom vid EU-toppmötet i Göteborg 2001 och identifierar hållbar produktion och konsumtion som en av sju drivande faktorer till hållbar utveckling. Det europeiska rådet antog 2006 en förnyad strategi för hållbar utveckling som anger en sammanhängande strategi för hur EU mer effektivt kan leva upp till dess långsiktiga mål att uppnå hållbar utveckling. Strategin befäster behovet av att successivt förändra den idag ohållbara konsumtion och produktion som sker i unionen. Den bekräftar behovet av global

solidaritet och betydelsen av samarbeten med partners utanför EU (EC 2011).

I Sverige är generationsmålet vägledande för miljöarbetet på alla nivåer i samhället. I juni 2010 fick det övergripande målet några tillägg, bland annat att arbetet med att lösa de svenska miljöproblemen inte ska ske på bekostnad av att vi exporterar miljö- och hälsoproblem till andra länder. Sveriges generationsmål är numera att till nästa generation lämna över ett samhälle där de stora miljöproblemen är lösta, utan att orsaka ökade miljö- och hälsoproblem utanför Sveriges gränser (Miljömålsportalen 2011).

Det finns olika tillvägagångssätt att beräkna och illustrera ett lands miljöpåverkan ur ett konsumtionsperspektiv. Miljöräkenskaper, input-out-analyser av material och substansflöden är några exempel. Miljöräkenskaper är ett informationssystem som beräknar samband mellan miljö och ekonomi. Räkenskaperna utförs av varje land och antalet länder som tar fram miljöräkenskaper är idag begränsade (Naturvårdsverket 2010). Input-output modeller representerar ett lands ekonomi genom matriser och kan användas för att hålla koll på flöden av varor genom ett land. I input-output databaser anges, i monetära enheter, hur mycket av en produktkategori som levereras till ett annat land (Brolinson et al. 2010) Input-output modeller kan kompletteras med materialflöden och miljöpåverkan i de olika produktionsstegen (Naturvårdsverket 2010). I denna studie presenteras de olika ländernas konsumtionsbaserade miljöpåverkan i form av ekologiskt fotavtryck, kolfotavtryck/koldioxidfotavtryck och vattenfotavtryck. De olika fotavtrycken använder olika beräkningsmetoder och olika sätt att redovisa resultaten.

### 2.2.1. Ekologiskt fotavtryck

Det ekologiska fotavtrycket är ett mått på mänsklighetens efterfrågan på ekologiska tjänster och anger hur mycket land- och vattenareal som en befolkning behöver för att producera de resurser som konsumeras och för att absorbera den koldioxid som släpps ut under produktionen. Konceptet ekologiskt fotavtryck kommer från Mathis Wackernagel och William Rees vid universitetet British Columbia år 1990 och används idag utav forskare, företag, myndigheter, individer och institutioner (GFN 2011). På nationell nivå har exempelvis Schweiz regering införlivat ekologiskt fotavtryck till landets plan för hållbar utveckling och Japan har inkluderat ekologiskt fotavtryck som ett mått för uppföljning av landets miljöplan. Metodiken för att beräkna ekologiska fotavtryck är i pågående utveckling och fortfarande återstår behovet av förbättringar. Med anledning av detta grundades 2003 Global Footprint Network som med omkring 100 partnerorganisationer arbetar med att utveckla metodiken för beräkningar av ekologiska fotavtryck. Nätverket har tagit fram en standard för hur nationella fotavtryck beräknas. En viktig del i Global Footprint Networks arbete är att beräkna ekologiska fotavtryck och biokapacitet för nationer med över en miljon invånare. Förutom ekologiska fotavtryck beräknas ländernas biokapacitet. Biokapacitet är ett mått på den produktiva area som finns tillgängligt för att generera naturresurser samt att absorbera avfall inom ett land (Erwing et. Al 2010).

Beräkningar av ekologiska fotavtryck bygger på två antaganden; att det är möjligt att spåra det mesta av resursanvändningen och avfallet som genereras samt att det mesta av resurs- och avfallsflödet kan konverteras till biologiskt produktiva areor. Vid beräkning av ekologiska fotavtryck används resultat från processbaserade livscykelanalyser och statistik för konsumtion och produktion av varor och tjänster. I beräkningarna ingår konsumtion från hushåll samt kollektiv konsumtion så som skolor och vägar. Det nationella fotavtrycket definieras som den resursanvändning som sker inom landets gränser plus den resursanvändning som uppstår vid produktion av varor och tjänster som importerats minus den resursanvändning som uppkommer vid produktion av varor som exporteras. Basen för beräkningarna utgörs av FN:s statistiska källor, FAO

och Comtrade samt OECD International Energy Agency och täcker tidsperioden 1961-2007. (Erwing et al. 2011)

Sex kategorier ingår i beräkningarna; åkermark, betesmark, fiskevatten, skog, kolfotavtryck och uppbyggd mark. Åkermark utgörs av den area som används för att producera mat och fibrer för mänsklig konsumtion, foder till boskap, oljeväxter och gummi. Det är den area som är mest produktiv, vilket innebär att den producerar störst mängd biomassa per tidsenhet. I kategorin betesmark ingår den area som används för att föda upp boskap för kött, mejeriprodukter, skinn- och ullprodukter. Fotavtryck för fiskevatten beräknas utifrån den yta som går åt för att producera den primärproduktion som krävs för att föda fiske- och skaldjursfångst. Fotavtryck från skogsareal beräknas utifrån den mängd timmer, pappersmassa, träprodukter och ved som konsumeras av ett land årligen. I kategorin ingår både naturlig och odlad skog. Den största andelen av dagens skog finns på ekologiskt mindre produktiva areal, med undantag för några otillgängliga djungelområden. Kolfotavtryck definieras som den skogsareal som krävs för att absorbera CO<sub>2</sub>-utsläpp som uppstår vid förbränning av fossila bränslen, förändring i markanvändning och kemiska processer. Den andel kol som antas absorberas av hav exkluderas i beräkningarna. För upptag av CO<sub>2</sub> ska skogsareal avsättas och kan inte användas för produktion av timmer då koldioxid släpps ut igen under skövlingen av skogen samt i transformationsprocesserna (Wackernagel et al. 1997). Uppbyggd mark utgörs av den area som används till mänsklig infrastruktur så som transport, byggnader, industrier och vattenkraftsreservoarer (Erwing et al. 2011). Uppbyggda områden är vanligtvis belägna på areal som tillhör de mest produktiva (Wackernagel et al. 1997). I det ekologiska fotavtryck inkluderas inte aspekter som färskvattenkonsumtion, markerosion, växthusgaser andra än koldioxid samt den påverkan som uppkommer från utsläpp av ämnen som inte är förnyelsebara så som föroreningar från avfall, toxicitet och eutrofikation (Erwing et al. 2011).

Ekologiska fotavtryck beräknar den kombinerade efterfrågan på ekologiska resurser oavsett var i världen de finns och anges i den globala genomsnittsarea som används för att tillgodose efterfrågan på olika varor och tjänster. Då bioproduktivitet varierar mellan olika marktyper och länder anges ekologiska fotavtryck samt biokapacitet i ett för världen genomsnittligt värde, så kallad global hektar av bioproduktiv area (gha). Anledningen till att det ekologiska fotavtrycket anges i areal istället för massenhet är för att illustrera fysiska begränsningar för tillväxt av ekonomier (Galli et al. 2011). För att beräkna fotavtryck från handelsvaror används ett medelvärde av effektiviteten i produktionen. För ett land som har högre effektivitet än världsgenomsnittet blir fotavtrycket som exporteras då överskattat och för ett land med låg effektivitet blir fotavtrycket som exporteras en underdrift (Erwing et al. 2011).

### 2.2.2. Kol- och koldioxidfotavtryck

I denna studie representerar kol- och koldioxidfotavtrycket de studerade ländernas konsumtionsbaserade utsläpp av växthusgaser. I koldioxidfotavtrycket ingår utsläpp av koldioxid medan kolfotavtrycket även inkluderar utsläpp av växthusgaserna metan, lustgas, perfluorkarboner (PFCs), fluorkolväten (HFCs) och svavelhexafluorid (SF<sub>6</sub>). Till skillnad från kolfotavtryck som ingår i det ekologiska fotavtryck anges kol- och koldioxidfotavtryck i denna kategori i total massa koldioxid alternativt i koldioxidekvivalenter. Då bara koldioxid ingår anges resultaten i koldioxid och då andra växthusgaser ingår anges resultaten i koldioxidekvivalenter. Mängden koldioxidekvivalenter motsvarar den aktuella gasen totala massa multiplicerat med gasens växthuspotential. Växthuspotentialen tar hänsyn till gasens uppvärmande effekten under 100 år efter det att den har släppts ut i atmosfären.

Ett lands koldioxidfotavtryck beror på vilka och hur mycket varor som konsumeras, vilken energikälla som har använts vid elektricitetgenerering och vilken kolintensitet de konsumerade

varorna har. För utsläpp av koldioxid är industriella produkter de varor där internationell handel är viktigast. Några exempel på kolintensiva sektorer är gruvdrift, oljeraffinaderier, kemikalieproduktion och användning, annan icke-metallisk mineralproduktion, järn och stålproduktion (Nakano et al. 2009).

Det finns olika metoder och olika studier som beräknar länders konsumtionsbaserade utsläpp av växthusgaser. I jämförelsen har resultat från olika studier använts för undersöka om de ger liknande resultat. Gemensamt för de olika studierna är att de beräknar utsläpp från aktiviteter inom landet samt den överföring av nettoutsläppen som uppstår på grund av internationell handel. Nettoutsläppen representerar de utsläpp som uppstår vid produktion av varor som exporteras minus de utsläpp som uppstår vid produktion av varor som importeras. I de nationella fotavtrycken ingår aktiviteter från hushåll, statlig konsumtion, företag, organisationer, processer och industrier.

Den första studien kommer från Peters et al. (2011) som har beräknat nationella koldioxidfotavtryck per person. Resultaten för Kina, Indien, Ryssland och Sverige presenteras i Figur 5. Peters et al. 2011 har utvecklat en handelsbaserad global databas för CO<sub>2</sub>-utsläpp mellan åren 1990-2008 där 113 länder och 57 olika sektorer ingår. I beräkningarna har produktionsbaserade CO<sub>2</sub>-utsläpp kompletterats med nettoutsläppsöverföring som uppstår i samband med internationell handel. Beräkningarna baseras på BNP och bilateral handel- och utsläppsstatistik från statistiska källor. I studien ingår koldioxidutsläpp från förbränning av fossila bränslen, cementproduktion samt gasfackling och statistiken kommer från Carbon Dioxid Information Analysis Center (Peters et al. 2009).

Resultaten från beräkningarna av Peters et al. 2011 jämförs med resultaten från en studie av Nakano et al. (2009) för OECD direktorat för vetenskap, teknologi och industri. I studien har skillnaden mellan produktionsbaserade och konsumtionsbaserade koldioxidutsläpp beräknats för 41 länder, inklusive Kina, Indien, Ryssland och Sverige för år 2000. Handelsbalanser mellan importerade och exporterade koldioxidutsläpp har då beräknats utifrån förhållanden av tillgång till naturresurser, energieffektivitet vid produktionsanläggningar, hur mycket ett land importerar och exporterar samt med vilka handelspartner. Import definieras som de koldioxidutsläpp som uppstår vid slutlig och mellanliggande konsumtion. Hur väl beräkningarna stämmer överens med verkligheten beror på hur utförlig och tillförlitlig den nationella produktions- och handelsstatistiken är för de olika länderna. I studien utförd av Nakano et al. 2009 har man använt sig utav av OECD Input-output, STAN bilaterala databas (BTD). Databasen täcker nationella transaktioner och import. För utsläpp av koldioxid har statistik från International Energy Agency använts och samordnats enligt sektorsklassifikationen ISIC. 17 olika varugrupper ingår i beräkningarna. För handel med länder som inte ingår BTD har andra databaser använts så som UN Comtrade. Det finns behov av överensstämmande statistik över internationell handel som även inkluderar aspekter som återexport och som har en enhetlig definition på ursprung- och destinationsland. Koldioxidutsläppsfaktorer dvs den genomsnittliga mängden koldioxid som släpps ut per producerad vara eller tjänst beräknas genom att dividera de totala utsläppen för den aktuella sektorn med antalet producerade enheter. Utsläppsfaktorerna varierar kraftigt mellan olika länder beroende på vilken typ av energikälla produktionslandet använder (Nakano et al. 2009).

Norwegian University of Science and Technology har räknat ut kolfotavtryck för 73 olika länder för år 2001. I kolfotavtrycken ingår förutom koldioxid även växthusgaserna metan, lustgas och fluorid. I studien har länders kolfotavtryck analyserats genom en multiregional input-output modell (MRIO), som är baserad på Global Trade Analysis Project (GTAP) databas för 2001. Originaldata som GTAP bygger på kommer vanligtvis från nationella statistiska byråer i länder som är medlemmar av GTAP. Det är frivilligt att rapportera in ett lands data vilket medför att databasen

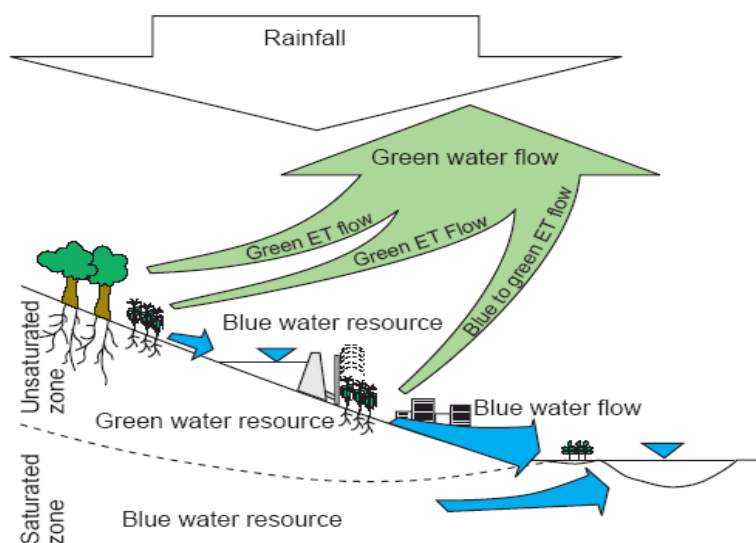


inte alltid innehåller den mest aktuella statistiken. Studien använder samma handelsmodell för alla länder vilket underlättar jämförelse mellan länderna. Detta kräver en stor mängd data, vilket ibland resulterat i kompromisser med datakvaliteten. Utsläpp och absorption av koldioxid från markanvändning, förändring i markanvändning och skogsbruk inkluderas inte i beräkningarna (Hertwich och Peters 2009).

### 2.2.3. Vattenfotavtryck

Konstateranden att färskvattenresurser är ett föremål för global handel har lett till att fler forskare argumenterar för att det är viktigt att sätta färskvattenresurser i ett globalt sammanhang. Vattenfotavtrycket introducerades med anledning av detta 2002 av Hoekstra och Hung som en analog till det ekologiska fotavtryckskonceptet av Wackernagel och Rees (Hoekstra och Hung 2002). Vattenfotavtryck är ett mått på människors beslag på färskvattenresurser och har beräknats som den vattenvolym som konsumeras eller förorenas per tidsenhet.

Fotavtrycket består av tre komponenter, grönt, blått och grått vatten. Det blå vattnet motsvarar yt- och grundvatten som finns lagrat i akvifärer, sjöar, våtmarker och reservoarer. Det gröna vattnet motsvarar regnvatten som lagras i marken som markfuktighet och är framförallt relevant vid produktion av grödor (se Figur 1). Det grå vattnet är förorenat yt- och grundvatten (Mekonnen och Hoekstra 2011). Virtuellt vatten är den totala mängd vatten som används vid produktion av vattenkonsumerande produkter. Begreppet virtuellt används då majoriteten av vattnet som går åt vid produktion inte återfinns i produkten (Naturvårdsverket 2010).



Figur 1: Schematisk bild över grönt och blått vatten. ET står för evotranspiration. Regnfall genererar två typer av vattenresurser; grönt vatten i marken som konsumeras av växter och återvänder till atmosfären i form av vattenånga; samt blått vatten i floder och akvifärer som kan användas direkt av människor.

Bilden hämtad från: Falkenmark 2012

Vattenfotavtrycket från nationell konsumtion definieras som den totala volym färskvatten som används för att producera de varor och tjänster som konsumeras av invånarna i ett land och består

av ett internt och ett externt vattenfotavtryck. Det interna fotavtrycket är summan av de totala vattenresurser som används inom landet minus den volym vatten som används vid produktion av varor och tjänster som exporteras till andra länder. Det externa vattenfotavtrycket definieras som den volym vatten som används vid produktion av varor och tjänster i andra länder och som sedan importerats till det aktuella landet minus den volym virtuellt vatten som exporteras till andra länder genom återexport av importerade varor och tjänster (Mekonnen och Hoekstra 2011).

The Water Footprint Network har utvecklat en standard för beräkningar av vattenfotavtryck och har även utvecklat en databas över hur mycket vatten som går åt för att producera en vara i olika nationer (Waterfootprint Network 2012). Den totala importen och exporten av virtuellt vatten beräknas genom att multiplicera importerade/exporterade volymer av olika produkter med produkternas respektive vattenfotavtryck i ursprungslandet. För jordbruksprodukter varierar fotavtrycken mellan länderna beroende på klimat, bevattning, gödsel användning och avkastning. I beräkningar för vattenfotavtryck från jordbruksprodukter har The Water Footprint Network använt statistik från the Supply and Utilization Accounts (SUA) och FN:s Food and Agricultural Organization (FAO).

För vattenanvändning i industrier antas 5% av uttaget användas för direkt konsumtion, alltså blått vattenfotavtryck medan de återstående 95% beräknas som grått vattenfotavtryck. För hushållens vattenanvändning beräknas 10% av vattenanvändningen vara blått vatten och resterande grått vatten. Storleken på fotavtrycket från grått vatten beror på hur mycket vatten som renas i produktionslandet. Data över hur stor andel vatten som renas har hämtats från UNSD. För länder som data inte finns presenterad antas att det inte sker någon vattenrening (Mekonnen och Hoekstra 2011, p 14). Data finns inte representerad för Indien eller Ryssland och i Kina är andelen av befolkningen som beräknas vara anslutna till ett vattenreningsystem 32,5 % (2004). I Sverige är motsvarande siffra 86% (2008) (UNSD 2011a). Vid frånvaro av vattenrening beräknas grått vatten återgå direkt till naturen. Avloppsvatten från hushåll finns vanligtvis bara specificerat för urbana områden, och vattenrening i rurala områden antas då vara noll. För att beräkna hur stor andel industriellt vatten som renas används samma statistik som för avloppsvatten från hushåll. (Mekonnen och Hoekstra 2011).

En begränsning av studien av vattenfotavtryck är att produkternas ursprung bara blir spårad ett steg, produkten antas då härstamma från det landet. Om landet inte har producerat varan så antas ett globalt genomsnittsvärde (Mekonnen och Hoekstra 2011).

Globalt sett står Jordbruket för den största delen av det globala vattenfotavtrycket, 92%. Industriella produkter står för 4,4 % och vattenanvändning från hushåll för 3,6%. Ett lands nationella fotavtryck från konsumtion beror på två faktorer; vad och hur mycket invånarna i landet konsumerar samt vilket fotavtryck de varor som konsumeras har. Stora nationella vattenfotavtryck hittas därför både hos industrialiserade länder och utvecklingsländer. Att utvecklingsländer har stora fotavtryck beror vanligtvis på låg effektivitet i vattenanvändning. Hög köttkonsumtion i ett land ger likaså ett större vattenfotavtryck. Många länder har genom att importera vattenintensiva produkter från andra länder externaliserat sina vattenfotavtryck. Detta har skapat ökad press på vattenresurser i exportländerna, som många gånger saknar bra förvaltning av sina vattenresurser. Vattenfotavtrycket är tydligt kopplad till det ekologiska fotavtrycket då tillgången till vatten starkt påverkar ett lands biokapacitet (Mekonnen och Hoekstra 2011).

### *För- och nackdelar med konsumtionsperspektiv*

Den största nackdelen med konsumtionsbaserad miljöpåverkan är att det kräver tillgång till stora mängder data och statistik. Brist på data resulterar i förenklingar och antaganden som gör att resultaten blir mindre tillförlitliga. Om resultaten används för att jämföra miljöprestanda mellan olika nationer skulle synkronisering av hur länderna dokumenterar miljöpåverkan förbättra resultaten. Viktiga fördelar med de tre fotavtrycken är att resultaten är jämförbara mellan nationer samt över tid. Fotavtrycken belyser även hur livsstil och levnadsstandard påverkar individens miljöpåverkan.

### **2.3. Jämförelse produktionsperspektiv och konsumtionsperspektiv**

De statistiska källor som använts i beräkningar av de olika fotavtrycken är många gånger de samma som använts i sammanställningen över de studerades ländernas produktionsbaserade miljöpåverkan i denna studie. I fotavtrycksberäkningarna har statistiken kompletterats med handelsstatistik samt med information om effektiviteten i olika produktioner i de olika länderna. I de konsumtionsbaserade beräkningarna utgår man således från produktionsbaserad miljöpåverkan och kompletterar den med nettoutsläpp eller nettouttag av resurser som uppstår på grund av handel. Ett lands nettoutsläpp eller nettouttag av resurser beror på vilka typer av varor och tjänster som exporteras och importeras av landet.

### 3. Länderna

Kina, Indien, Ryssland och Sverige är fyra väldigt olika länder i flera avseenden. Faktorer som befolkningsutveckling, miljöproblem och tillgång till naturresurser är och kommer vara mycket viktiga för ländernas ekonomiska och sociala utveckling. Nedan följer en presentation över ländernas ekonomiska situation, tillgång till naturresurser, export/import, miljöproblem och vilken påverkan klimatförändringar har idag och beräknas komma ha på länderna i framtiden.

#### 3.1. Kina

Kina är idag till befolkningens mängd världens största land. I kommande årtionden förväntas det ske en kraftig förändring i landets ålderstruktur mycket på grund av landets "ett barn policy". Omkring 2030 förväntas landets befolkning börja minska. Även andelen av befolkningen som är i arbetsför ålder kommer att minska kraftigt, vilket tidigare har varit en drivande faktor för ekonomisk tillväxt (EEA 2011). Den ekonomiska utvecklingen har framförallt skett i kustprovinserna och inflyttningen av arbetskraft från landsbygden till kustregioner har varit enorm (CIA 2011).

Sedan 70-talet har Kina gått ifrån ett slutet, centraliserad planekonomi till en mer marknadsbaserad nation. Reformerna har skett gradvis framförallt genom att kollektiva jordbruk har fasats ut och priser liberaliserades, statliga företag har fått större autonomi, banksystem och en aktiemarknad har skapats. Den privata sektorn har ökat och landet har öppnat upp för internationell investering och handel. Reformerna har lett till att Kinas BNP har tiodubblats sedan slutet av 70-talet. 2010 var Kina, efter USA, den näst största ekonomin i världen och världens största exportör. Medelinkomsten i Kina är dock fortfarande under världens medelvärde. Landets ekonomi står idag inför en rad utmaningar så som låg inhemsk efterfrågan, upprätthållandet av jobbtillväxt, korruption, sociala stridigheter och miljöförstöring.

Den globala ekonomiska nedgången 2009 resulterade i att efterfrågan på kinesiska varor minskade för första gången på många år, men landets ekonomi återhämtade sig snabbt. Enligt landets femårsplan som antogs i mars 2011 ska regeringen arbeta för att fortsätta reformera ekonomin och betona vikten av ökad inhemsk konsumtion för att landet ska bli mindre beroende av export för tillväxt. Kina har världens största bruttovärde av industriell produktion från framförallt gruvdrift, metallutvinning, kolbrytning, tillverkning av maskiner, textilier, cement, kemikalier, gödningsmedel, leksaker och elektronik. Landet är även en världsledande exportör av många jordbruksprodukter så som ris, vete och bomull. Kinas exporterar framförallt produkter till USA 18%, Hong Kong 13,8% och Japan 7,6%. Viktiga importprodukter är maskiner, olja, medicinska instrument, plast och organiska kemikalier. De länder som Kina importerar från är framförallt Japan 12,6%, Sydkorea 9,9%, USA 7,3% (CIA 2011).

Kina står idag inför en rad allvarliga miljöproblem. Luftföroreningar framförallt från landets omfattande kolanvändning har resulterat i stora utsläpp av växthusgaser och svaveldioxidpartiklar. Svaveldioxidutsläppen har stor påverkan på människors hälsa, jordbruk, ekologi och infrastruktur. I urbana områden kommer den största delen av luftföroreningarna från den kraftigt ökande användningen av motordrivna fordon. Från 1990 har antalet bilar i landet ökat från 100 000 till 37 miljoner 2008. Detta utgör dock bara omkring 1,5% av världens bilar (Lewis and Gallagher 2011).

Kina kommer med stor sannolikhet påverkas allvarligt av klimatförändringar med effekt på ekosystem, jordbruk, vattenresurser och kustområden. Redan idag kan man se följder av klimatförändringar bland annat genom torka i norra delen av Kina, extrema väderförhållanden och översvämningar i södra delarna, glaciärsmältning i Himalaya vilket har resulterat i ökade vattennivåer i flera av landets floder (Lewis and Gallagher 2011).

Landets vattentillgångar är mycket ojämnt fördelade över landet. Berg och höga platåer motverkar regn att nå nordöstra delen av landet vilket resulterar i ett mycket torrt klimat i dessa områden. Den årliga nederbörden är mindre än 400 mm/år i vissa områden. Områden i sydväst och kustområden har istället en genomsnittlig nederbörd på mer än 2000 mm/år. Torka påverkar årligen i genomsnitt 13% av Kinas totala jordbruksarea (FAO 2012).

Kina har allvarliga problem med föroreningar i alla större flodsystem i landet och mer än hälften av grundvattnet är allvarligt förorenat. Kvaliteten i 80% av landet stora floder är så dålig att fisk inte lever där. Vattenförorening är särskilt allvarlig i norra delen av landet där industrier är vanliga. Stora delar av de största floderna klassificeras idag som förorenade enligt kinesiska standarder. 2004 var bara 29% av vattnet i sjöar och reservoarer säkert att använda för människor efter rening. Föroreningarna kommer framförallt från orenat avloppsvatten från hushåll och industrier samt från kemiska pesticider och gödselmedel från jordbruk (FAO 2012). Detta förvärrar situationen med vattenbrist i delar av landet och resulterar i ökat uttag av grundvatten.

Markerosion och ökenspridning har resulterat i att stora delar av landets jordbruksareal har gått förlorad (CIA 2012). För att minska ökenspridningen har landet utvecklat en plan att plantera skog på stora areal. The Great Green Wall som projektet även kallas är tänkt att täcka 400 miljoner hektar år 2050 (the Guardian 2012).

Enligt Kinas politiska femårsplan är målet att försöka förflytta ekonomin mot mer servicebaserade industrier istället för tillverkningsindustrier för att minska miljöförstörelsen i landet. Landet har på nationell nivå ambitiösa mål om att minska energiintensitet samt att utveckla energiproduktion från andra källor än kol och olja, genom kärnkraft och förnyelsebara energikällor samt energieffektiva teknologier. Energiproduktion från vind- och kärnkraft har ökat kraftigt de senaste åren. Kina rankas etta i världen över installation av varmvattenuppvärmning av solenergi och mindre vattenkraftverk och fjärde största land när det kommer till installation av vindkraftverk och etanolproduktion (Lewis och Gallagher 2011). Landet beräknas ha världens största vattenkraftspotential (CIA 2011).

### **3.2. Indien**

Trots problem som överbefolkning, miljöförstörelse, utbredd fattigdom och korruption upplever Indien snabb ekonomisk tillväxt. Landet utvecklas mot en ekonomi med öppen marknad men en del policys som värnar om landets självförsörjning kvarstår. I början av 90-talet liberaliserades ekonomin vilket innebar avreglering av industrier, privatisering av statliga företag och mindre kontroller över internationell handel. Detta har resulterat i att landets ekonomiska tillväxt har legat på en genomsnittlig nivå på mer än 7%. Indiens industri omfattar traditionella småskaliga jordbruk, moderna jordbruk, hantverk, en bred industrisektor och en stor servicesektor. Servicesektorn är den huvudsakliga källan till den ekonomiska tillväxten. En drivande faktor till den ekonomiska tillväxten är landets stora engelsktalande befolkning. Indien har blivit en stor exportör av service för informationsteknologi samt arbetskraft som arbetar med programvara. Indien återhämtade sig snabbt från den globala finanskrisen 2009, mycket tack vare stor inhemsk efterfrågan. Utmaningar för fortsatt ekonomisk utveckling är bland annat otillräcklig fysisk och social infrastruktur, begränsade arbetsmöjligheter utanför jordbrukssektorn och otillräcklig tillgång till undervisning av tillräcklig kvalitet.

Indiens naturresurser består bland annat av kol, järnmalm, mineraler och metaller, naturgas, diamanter, kalksten och åkermark. Viktiga exportvaror är textil, kemikalier, livsmedel, stål, transportutrustning, cement, maskiner, programvaror och läkemedel. De tre största exportländerna

sett till värde i dollar var 2010; USA 12,6%, Förenade Arabemiraten 12,2% och Kina 8,1%. Viktiga importvaror är råolja, ädelsten, maskiner, gödsel, järn, stål och kemikalier. De största importländerna var 2010; Kina 12,4%, Förenade Arabemiraten 6,5% och Saudiarabien 5,8% (CIA 2011).

Indien har ett typisk monsunklimat och huvuddelen av nederbörden sker under sommarmånaderna, juni till september. Tidsmässig och rumslig variation i nederbörd gör att vattenresurserna är ojämnt fördelade inom landet. I ökenområden i nordvästra delen av landet är den årliga nederbörden bara 150mm/år medan motsvarande siffra i Västbengalen är 2500 mm/år. Denna variation resulterar i att torka såväl som översvämningar är vanligt förekommande. Översvämningar beräknas påverka omkring 12% av landets totala area årligen (FAO 2012).

Bristande vattenkvalitet på grund av att vatten från industrier, jordbruk och avloppsvatten inte renas är ett stort problem i landet. Åtgärder har dock vidtagits för att förbättra vattenkvaliteten i flera av de tidigare mycket förorenade floderna, så som Ganges. Idag bevattnats stora delar av Indiens åkermark. Utveckling av bevattningssystem har medfört att avkastningen har ökat och att olika grödor kan växa året runt. Effektiviteten i bevattningssystemen är dock fortfarande lägre än i många andra länder. Överanvändning av grundvatten har i vissa fall lett till intrång av salt havsvatten. Indiens tillgång till åkermark är idag mycket begränsad. Markförstöring från översvämningar samt vatten- och vinderosion och försumpning påverkar cirka 30 miljoner hektar årligen (FAO 2011a). Avskogning, överbetning, ökenspridning och luftföroreningar är andra miljöproblem som har konsekvenser för människor och ekosystem i landet (CIA 2011).

I Indien har klimatförändringar redan orsakat glaciärsmältning i Himalaya vilket har förändrat flöden i flera av Indiens viktigaste floder med ökade jordskred och översvämningar som följd. Det finns även risk för att klimatförändringar kommer förändra växtsäsongen för viktiga grödor så som ris med stora förluster som följd (GFN och GII 2008). 2,6% av landets BNP spenderad årligen för att vidta åtgärder för att anpassa landet till klimatförändringars påverkan (UNDP 2012)

### **3.3. Ryssland**

Efter den ekonomiska kris som drabbade Ryssland i augusti 1998 har landet visat på en stark ekonomisk utveckling. Tillsammans med Kina och Indien är Ryssland en av de största tillväxtmarknaderna. Mycket av denna tillväxt beror på höga oljepriser på världsmarknaden. Intäkter från oljeexport utgör omkring 25% av Rysslands totala BNP. Devalvering av den ryska rubeln efter 1998-års kris är en annan orsak till tillväxt då det medförde att priset på importerade varor ökade kraftigt vilket gynnade inhemsk produktion. Mellan åren 2001-2007 växte landets intäkter från export kraftigt mycket på grund av höga priser på olja och andra råmaterial så som metall. Intäkterna gick dock framförallt till ökad privatkonsumtion istället för investeringar. Industrin i Ryssland kunde inte tillfredsställa den ökade efterfrågan, bland annat på grund av höga produktionskostnader, så tillväxten av importerade varor var 2007 mycket stor. Oro över att sjunkande oljepriser skulle påverka landets ekonomi ledde till att en stabiliseringsfond etablerades utav oljeintäkter. Krisen i den globala ekonomin 2008 löstes inom landet till stor del med hjälp av stabiliseringsfonden. Utmaningar som landets ekonomi står inför är framförallt sjunkande priser från export och brist på investeringar i tillverkningsindustrin (UNDP 2011a).

Ryssland är mycket rik på naturtillgångar. Landet är en av de största producenterna och exportörerna av flera typer av mineraler. Landets viktigaste exportprodukter är fossila bränslen, metallmalm, virke, kemikalier och militär tillverkning. De viktigaste exportländerna är Tyskland 8,2%, Nederländerna 6%, USA 5,6% och Kina 5,4% (CIA 2011). Rysslands viktigaste importvaror

är maskiner, fordon, läkemedel, plast, kött, frukt samt optiska och medicinska instrument. De viktigaste importländerna var 2010 Tyskland 14,7%, Kina 13,5% och Ukraina 5,5% (CIA 2011).

Ryssland är till ytan världens största land med varierande klimat och natur. Trots sin storlek är landets tillgång av brukbar mark begränsad. Klimatet är på många platser ofördelaktigt för jordbruk då det är antingen för kallt eller fuktigt. Jordbrukspotentialen är ojämnt fördelad över landet. Det är framförallt små områden i den europeiska delen samt i södra delar av Sibirien som används till jordbruk (FAO 2012). Import av jordbruksprodukter utgör därför en relativt stor del av landets import 10,8%(CIA 2011).

Några av landets största miljöproblem är luftföroreningar från industrier, utsläpp från koleldade elverk och från transportsektorn i stora städer samt förorening av inlandsvatten. Vattenresurserna i Ryssland är väldigt ojämnt fördelade i förhållande till befolkningen. I den europeiska delen av landet i vilken 80% av befolkningen lever finns 8% av landets totala vatten från floder och 10% av landets grundvattenresurser. Sibirien och östra Ryssland har istället enorma vattenresurser per capita. De långa avstånden gör det dock nästan praktiskt omöjligt att transportera vattnet. Förorening av floder är ett stort problem i områden med mycket industrier. Landet har i historien haft många för miljön allvarliga olyckor, framförallt i bränsleindustrin och i kemiska industrier. Floden Volga är värst drabbad av föroreningar då den tar emot 45% av landets avloppsvatten (FAO 2011). Svarta havet som Ryssland gränsar till räknas som ett av världens mest miljöförstörda regionala hav, men har på senare tid långsamt börjat återhämta sig (UNEP 2011).

Ökade temperaturer till följd av klimatförändringar kommer sannolikt medföra vissa positiva effekter för Ryssland så som ökad avkastning från jordbruk, lägre energikonsumtion för uppvärmning, samt potential för ökad turism. Negativa konsekvenser som beräknas påverka landet är minskad biodiversitet, förändring i nederbördsmonster, ökade vattenflöde i floder, torka och ökenspridning. Klimatförändringar har medfört att permafrost i landet har börjat tina vilket har medfört skador på byggnader och vägar i dessa områden (Perelet et al. 2007).

### 3.4. Sverige

Mycket tack vare Sveriges neutralitet i väpnade konflikter under 1900-talet lyckades landet uppnå en hög levnadsstandard. Idag kännetecknas landets ekonomi som högteknologisk kapitalism kombinerat med omfattande välfärdsfördelar. Sveriges ekonomi är mycket beroende av internationell handel. Timmer, vattenkraft och järnmalm utgör resursgrunden för landets ekonomi. I mitten av 2008 gick den svenska ekonomin i recession efter en stabil tillväxt. Den ekonomiska situationen förvärrades under 2009 då försämring i den globala ekonomin medförde att konsumtion och efterfrågan på export minskade. Ökad export och lönsamhet i banksektorn under 2010 resulterade i en återhämtning av ekonomin. Sveriges största exportprodukter är maskiner, motorfordon, papper och pappersmassa, timmer, järn, stål och kemikalier. Viktigaste exportländer är Tyskland 18,3%, Norge 9,8% och Storbritannien 7,8%. Landets viktigaste importprodukter är petroleum och petroleumprodukter, motorfordon, järn och stål, livsmedel och kläder. Viktigaste importländer var 2010 Tyskland 18,3%, Norge 8,5% och Danmark 8,3% (CIA 2011).

Miljöproblem som framhålls utav CIA är skada på mark och sjöar från surt regn och förorening av Nordsjön och Östersjön (CIA 2011). Enligt klimatscenario kommer växthuseffekten medföra att temperaturen i Sverige ökar framförallt under vinter. Detta resulterar i att växtsäsongen förlängs. Den årliga nederbörden kommer sannolikt att öka, framförallt under höst, vinter och vår. Det beräknas som följd av klimatförändringar regna oftare och kraftigare (SMHI 2012).

### 3.5. Sammanfattning

Kina, Indien och Ryssland tillhör de länder med störst befolkning i världen. Befolkningstillväxten varierar dock kraftigt mellan länderna. Indien har en mycket kraftig befolkningstillväxt och kommer enligt FN:s framtidsscenario relativt snart att passera Kina och bli världens folkrikaste land. Både Indien och Kina har upplevt en enorm befolkningstillväxt sedan 60-talet. Kinas befolkningsökning har minskat och är idag procentuellt lägre än tillväxten i Sverige. Ryssland har till skillnad från de övriga länderna en negativ befolkningsutveckling.

Tabell 1: Befolkningsmängd och utveckling i tusen invånare samt skillnaden mellan hur många som lämnade landet och som kom till landet 2011.

	1960	2011	Populations- utsikt 2050	Årlig befolknings- tillväxt 2010- 2015 (%)	Antal migranter/ 1000 invånare	Andel av världens befolkning (%) 2011	Human Development Index* (plats i världen)	Andel som lever i urbana områden
Kina*	658270	1347565	1295604	0,42	-0,33	19,5 (nr 1)	0,687 (101)	45,00%
Indien	447844	1241492	1692008	1,32	-0,05	17,80 (nr 2)	0,547 (134)	30,00%
Ryssland	119906	142836	126188	-0,1	0,29	2,10 (nr 9)	0,755 (66)	73,00%
Sverige	7480	9441	10916	0,6	1,65	0,1 (nr 90)	0,904 (10)	85,00%

Källa: Befolkningsmängd; UN DESA (2011b) och UNSD (2011b). Human Development Index: UNDP (2011b). Andel av befolkningen som lever i urbana områden: CIA (2011).

\*Data för Kina inkluderar ej Hong Kong och Macau.

\*Human Development Indicators (HDI) introducerades som ett alternativ till konventionella mått på en nations utveckling så som ekonomisk tillväxt. HDI består av tre huvudindikatorer över mänsklig utveckling; hälsa, utbildning och inkomst (UNDP 2011).

Den ekonomiska utvecklingen sett till ökad BNP är mycket stor framförallt i Kina och Indien. Indien per capita-inkomst är dock långt under per capita inkomsten för de övriga länderna. Enligt the World Banks kategorisering som baseras på ländernas bruttonational inkomst per capita 2010 tillhör Indien gruppen lägre medelinkomst ekonomier, Kina och Ryssland tillhör gruppen övre medelinkomst ekonomier och Sverige tillhör gruppen höginkomst ekonomier (World Bank 2012b). Sverige och Ryssland delas vanligen in som utvecklade länder medan Kina och Indien delas in som utvecklingsländer (UN 2012).

Tabell 2: Human Development index, andel av befolkningen som lever i urbana områden, BNP tillväxt och inkomst per capita 2010.

	BNP-tillväxt 2010 (%)	Inkomst per capita (USD) (PPP)*	Andel av BNP från jordbruk (%)	Andel av BNP från industri (%)	Andel BNP från service (%)
Kina	10,3	7600	10,2	46,9	43
Indien	10,4	3500	19	26,3	54,7
Ryssland	4	15900	4	36,8	59,1
Sverige	5,5	39100	1,9	26,6	71,5

Källa: CIA World Factbook.

\*PPP (Purchasing Power Parity) vilket innebär att pengar konverteras till internationella dollar. En summa pengar har då samma köpkraft som en dollar i USA (the World Bank indicators 2011).



## 4. Resultat

I följande kapitel behandlas miljöpåverkanskategorierna utsläpp av växthusgaser, färskvattenanvändning och markanvändning. Bakomliggande problematik förklaras följt av en genomgång av Kina, Indien, Ryssland och Sveriges miljöpåverkan ur ett produktions- respektive konsumtionsperspektiv i respektive kategori.

### 4.1. Utsläpp av växthusgaser

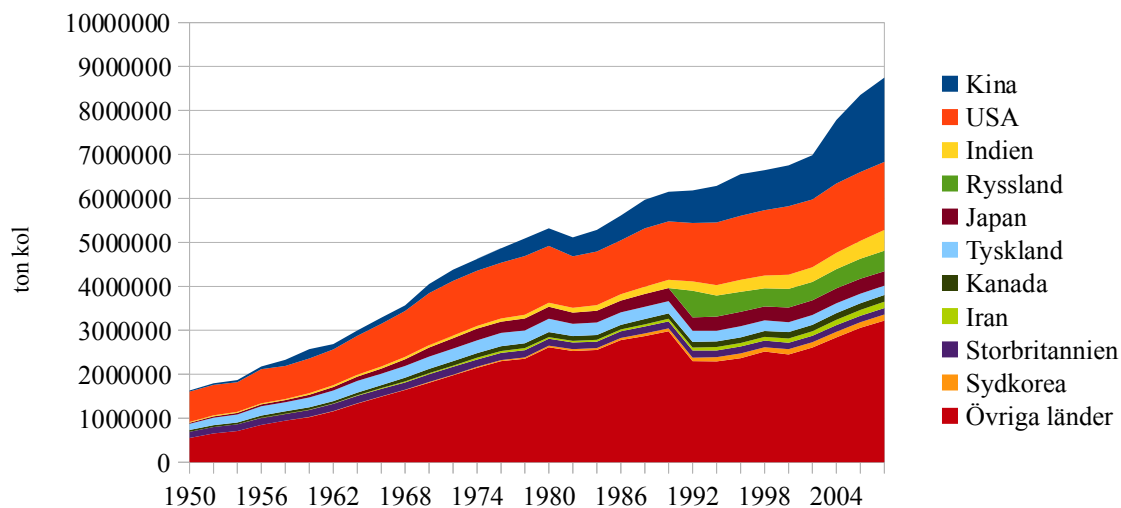
Jordens energibalans och klimat påverkas av förändringar i atmosfärens koncentration av växthusgaser och aerosoler, förändringar i solstrålning mot jorden och förändring i markytors egenskaper. Dessa förändringar kan anges som strålningsdrivning. Strålningsdrivning används som ett mått för att jämföra hur olika antropogena aktiviteter och naturliga faktorer påverkar uppvärmande och kylande effekter på det globala klimatet och anges i  $W/m^2$ . Mellan 1995-2005 ökade strålningsdrivningen med 20%. Koldioxid står för ca 52% av strålningsdrivning, metan för ca 15%, lustgas för ca 5%, halokarboner ca 11% och troposfäriskt ozon för ca 11% (IPCC 2007). Globalt sett resulterar den ökade strålningsdrivningen från växthusgasutsläpp bland annat i förlust av polaris, störningar av regionala klimat, förlust av färskvattenförvaring och försvagning av kolsänkor (Rockström et al. 2009).

Atmosfärens koldioxidkoncentration har ökat från en förindustriell koncentration av cirka 280 ppm till dagens koncentration av cirka 390,2 ppm (ESRL 2011). Utsläpp av koldioxid kommer huvudsakligen från förbränning av fossila bränslen och förändringar i markanvändning (IPCC 2007). Trots internationella åtgärder för att minska de globala utsläppen av koldioxid har utsläppen fortsatt att öka. Mellan åren 1990 och 2008 stabiliserades utsläppen från industrialiserade länder medan utsläppen i utvecklingsländer fördubblades vilket har lett till en total utsläppsökning med 39%. En ökningen som har accelererats under det senaste årtiondet (Peters et al. 2009).

Den globala koncentrationen av metan har från förindustriell koncentration av 715 ppb ökat till 1774 ppb 2005 (IPCC 2007). Globalt sett uppstår metanutsläppen från jordbrukssektorn så som djuruppfödning och risproduktion samt från industriella aktiviteter, avfallsdeponier och under behandling av avloppsvatten. Ungefär en tredjedel av de globala utsläppen av lustgas kommer från mänskliga aktiviteter, framförallt från jordbruk samt från förbränning av fossila bränslen (World Bank 2011c). Fluorkolväten (HFCs), perfluorkarboner (PFCs) och svavelhexafluorid (SF<sub>6</sub>) är artificiella växthusgaser som vanligtvis förekommer i relativt små mängder men har långa livstider i atmosfären och hög uppvärmningspotential. Växthusgaserna ingår som komponenter och uppstår som biprodukter vid industriell produktion. (World Bank 2011c).

### 4.1.1 Utsläpp av koldioxid

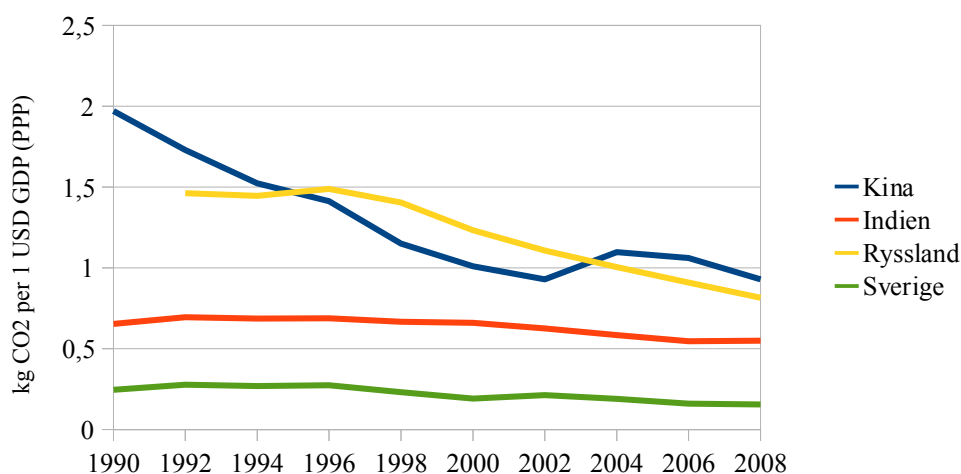
Figur 2 visar de globala utsläppen av koldioxid mellan åren 1950 och 2008. Utsläppen som ingår i figuren kommer från förbränning av fossila bränslen, gasfackling och cementproduktion. Koldioxidutsläpp från förändrad markanvändning ingår inte i figuren.



Figur 2: Globala utsläpp av koldioxid. Figuren visar utsläpp från de 10 länder med störst totala koldioxidutsläpp 2008 samt övriga länder. För Ryssland finns utsläppsstatistik först från 1990. De totala utsläppen mellan 1950-1990 hade varit större om Ryssland utsläpp inkluderades. Källa: CDIAC 2011.

Kina, Indien och Ryssland tillhör de 4 länder med störst produktionsbaserade koldioxidutsläpp. 2008 uppkom 45% av världens totala utsläpp i länderna.

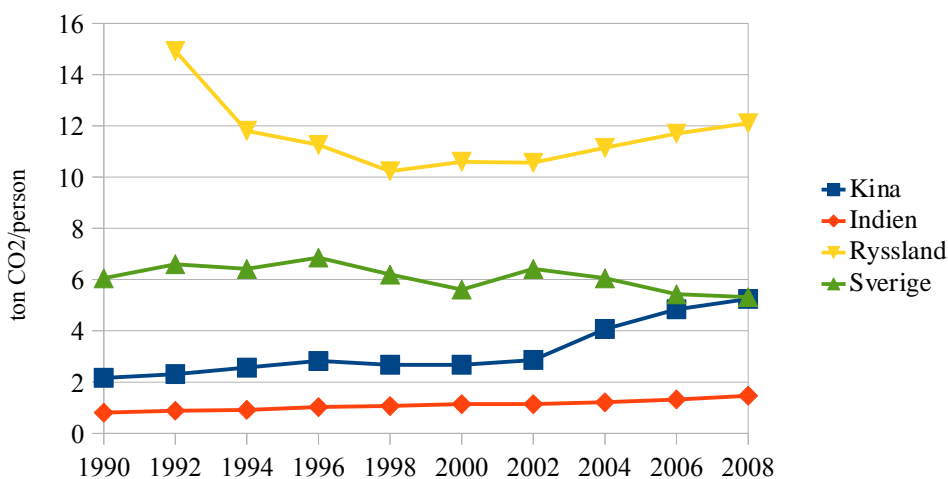
Figur 3 visar hur mycket koldioxid som släpps ut per US dollar i BNP (PPP) för de olika länderna mellan 1990-2008.



Figur 3: kg CO<sub>2</sub>-utsläpp per 1 USD BNP (PPP). Källa: MDG (2011).

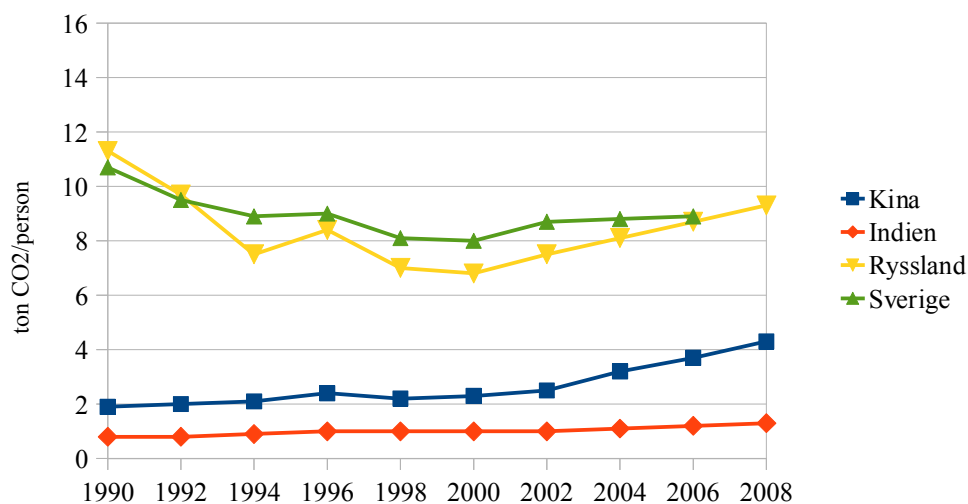
Mängden koldioxid som släpps ut per USD BNP (PPP) har minskat kraftigt i Kina och i Ryssland sedan början av 90-talet. För varje dollar i BNP (PPP) har fortfarande omkring fem gånger så mycket koldioxid släppts ut i Kina jämfört med i Sverige.

Figur 4 visar produktionsbaserade utsläpp av koldioxid per capita mellan åren 1950 och 2008 för Kina, Indien, Ryssland och Sverige. Utsläppen kommer från förbränning av fossila bränslen, gasfackling och cementproduktion. I figuren ingår inte utsläpp från flyg och båtar som bunkrar i respektive land. Om dessa utsläpp inkluderas ökar utsläppen för 2008 med 18% för Sverige medan utsläppen för de övriga länderna ökar med mindre än 1%.



Figur 4: Produktionsbaserade koldioxidutsläpp per capita i ton CO<sub>2</sub> per person.  
Källa: CDIAC (2011).

Figur 5 visar koldioxidfotavtryck per capita för perioden 1990-2008 beräknat av Peters et al. (2011). I kolfotavtrycket ingår koldioxidutsläpp från förbränning av fossila bränslen, gasfackling och cementproduktion.

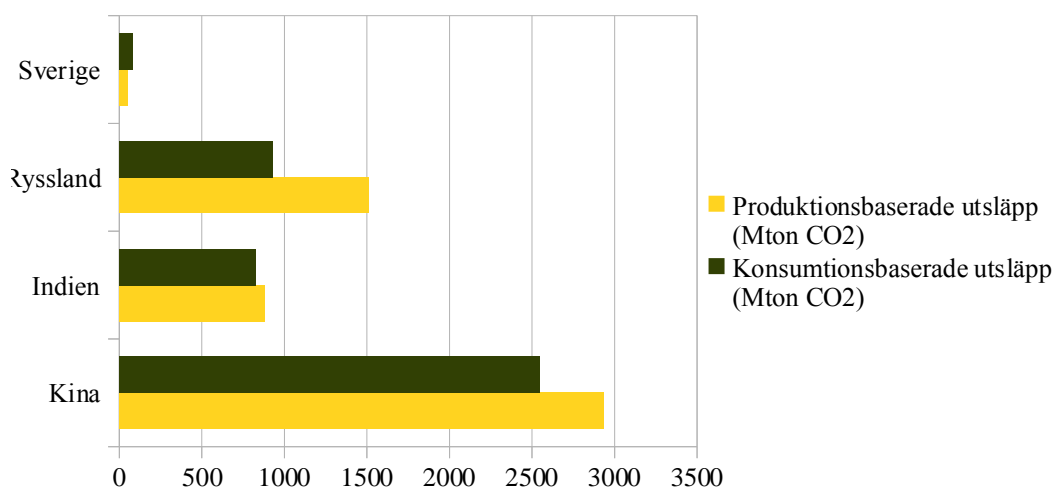


Figur 5: Koldioxidfotavtryck i ton CO<sub>2</sub> per person.  
Källa: CFN (2011).

Genom att jämföra Figur 4 och 5 kan man se att de produktionsbaserade och konsumtionsbaserade utsläppen varierar betydande mellan de studerade länderna. De produktionsbaserade och konsumtionsbaserade koldioxidutsläppen följer liknande mönster i Kina. Ökningen i de konsumtionsbaserade utsläppen är dock kraftigare. 2008 var de produktionsbaserade koldioxidutsläppen per capita 22% större än de konsumtionsbaserade. Indiens utsläpp mellan åren 1990-2008 var i stort sett de samma ur ett produktionsbaserat och konsumtionsbaserat perspektiv, med en något kraftigare ökning i de konsumtionsbaserade utsläppen. 2008 var de produktionsbaserade koldioxidutsläppen per capita 12,8% större än de konsumtionsbaserade. För Ryssland följer utsläppen ur de två perspektiv ett liknande mönster med en kraftig nedgång under början av 90-talet för att nå en lägsta nivå i slutet av 90-talet, följt av utsläppsökning. De produktionsbaserade utsläppen är under hela perioden betydligt större än de konsumtionsbaserade utsläppen. 2008 var de produktionsbaserade utsläppen per capita 30 % större än fotavtrycket. De konsumtionsbaserade utsläppen i Sverige har under tidsperioden varit betydligt större än de produktionsbaserade utsläppen. Trenderna skiljer sig mellan de två perspektiven från början av 2000-talet. De produktionsbaserade utsläppen har sedan 2002 minskat medan de konsumtionsbaserade utsläppen har ökat sedan 2000. 2006 var de konsumtionsbaserade utsläppen per capita 65% större än de produktionsbaserade utsläppen.

För att undersöka om olika studier över länders produktion- och konsumtionsbaserade utsläpp visar på liknande resultat jämförs utsläppen som presenteras i Figur 4 och 5 för år 2000 med en studie utförd av Nakano et al. 2009.

Figur 6 visar ländernas totala koldioxidutsläpp ur produktions- respektive konsumtionsperspektiv beräknat av Nakano et al. 2009.



Figur 6: Produktions- och konsumtionsbaserade utsläpp av koldioxid 2000.

Källa: Nakano et al. (2009)

I Tabell 3 presenteras skillnaden mellan produktionsbaserade och konsumtionsbaserade utsläpp år 2000 som framgår av jämförelse mellan resultaten i Figur 4 och Figur 5 samt från studien av Nakano et al. 2009.

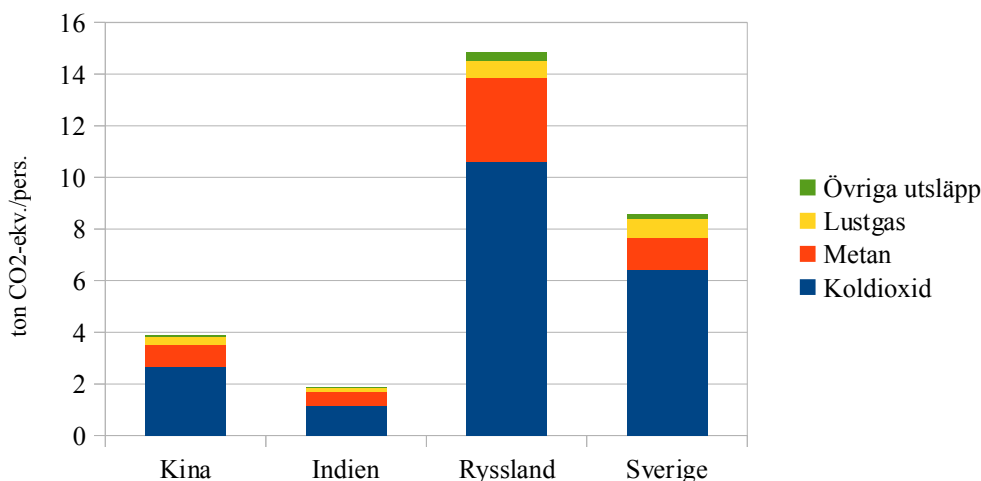
Tabell 3: Skillnad mellan produktionsbaserade och konsumtionsbaserade utsläpp från jämförelse av resultaten som presenteras i Figur 4 och 5 och studie av Nakano et al. 2009

	Jämförelse mellan resultaten i Figur 4 och 5 för 2000	Studie av Nakano et al. för 2000
Kina	16,4% större produktionsbaserade utsläpp	15% större produktionsbaserade utsläpp
Indien	13,7% större produktionsbaserade utsläpp	7% större produktionsbaserade utsläpp
Ryssland	56 % större produktionsbaserade utsläpp	63% större produktionsbaserade utsläpp
Sverige	43% större konsumtionsbaserade utsläpp	58% större konsumtionsbaserade utsläpp

Skillnaderna mellan de produktionsbaserade utsläppen och koldioxidfotavtrycken beräknade av Peters et al. 2011 och resultaten från studien av Nakano et al. 2009 visar på liknande resultat. Resultaten avviker mest för Indien och Sverige.

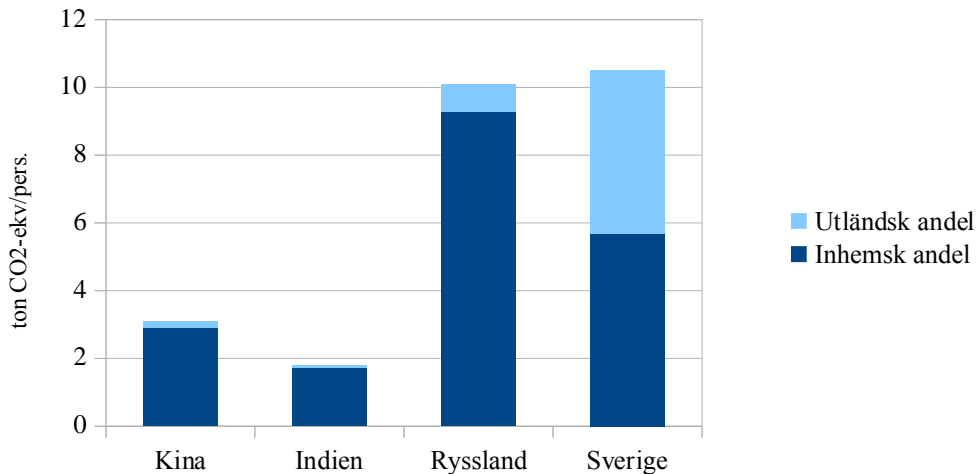
#### 4.1.2. Utsläpp av växthusgaser

Figur 7 och 8 visar produktions- respektive konsumtionsbaserade utsläpp av växthusgaserna koldioxid, metan, lustgas, perfluorkarboner, fluorkolväten, och svavelhexafluorid. Konsumtionsbaserade utsläpp av växthusgaser finns beräknade för 2001 utav Carbon Footprint of Nations. Dessa resultat jämförs med produktionsbaserade utsläpp för 2000 då utsläpp av växthusgaser andra än koldioxid inte finns presenterade för 2001 av the World Bank.



Figur 7: Produktionsbaserade växthusgasutsläpp 2000 i ton koldioxidekvivalenter per person. Källa: CO<sub>2</sub>/capita: CDIAC (2011). CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O samt övriga utsläpp; The World Bank (2011c), Befolkningsmängd 2000 från UNSD (2011b)

Figur 8 visar per capita kolfotavtryck för de fyra länderna beräknade av Hertwich et al. 2009, samt hur stor andel som släpps ut inom landet och stor andel av växthusgaserna som släpps ut i andra länder.

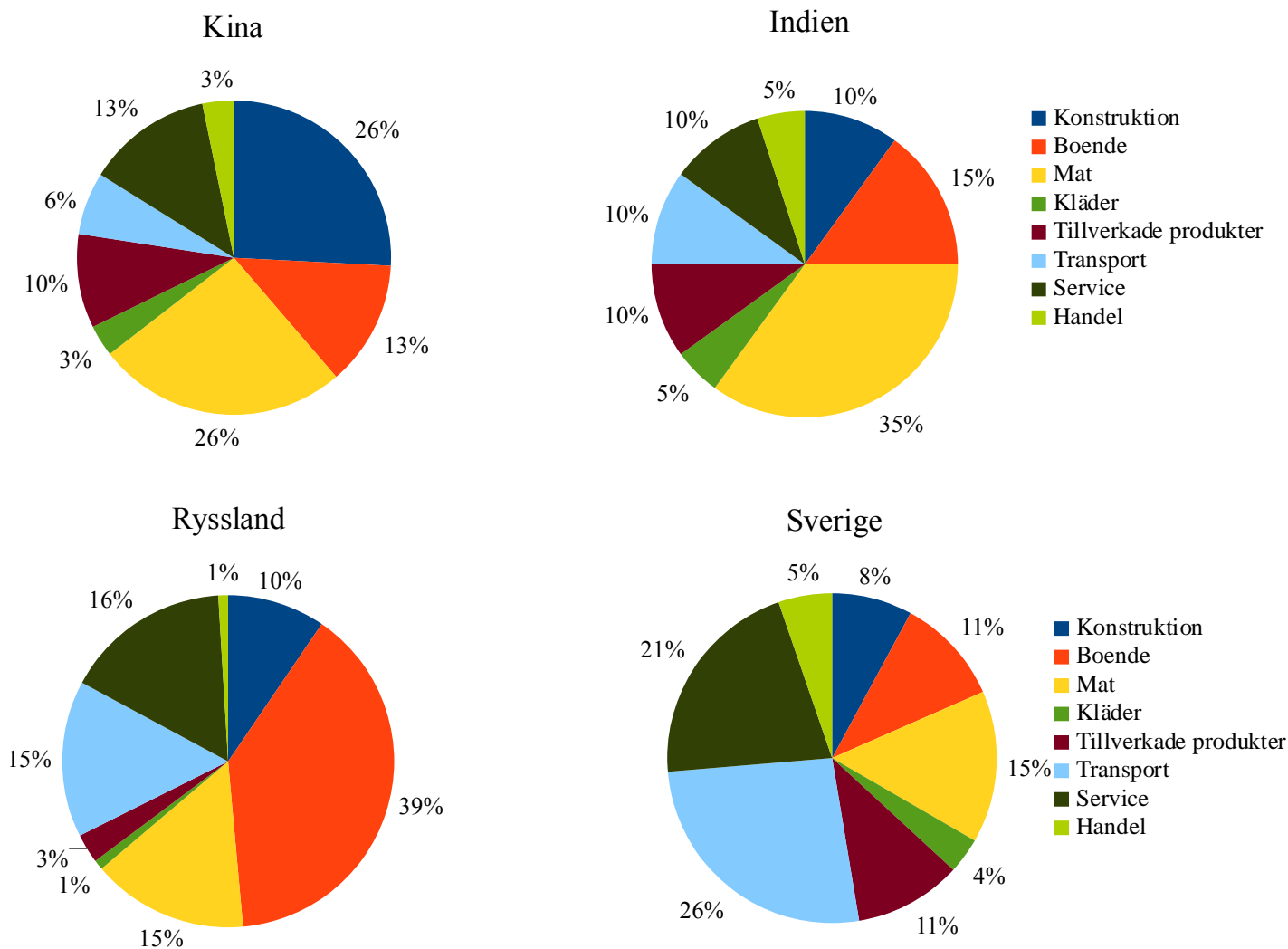


Figur 8: Kolfotavtryck från växthusgasutsläpp per capita 2001 i ton koldioxidekvivalenter per person.

Källa:(Hertwich och Peters 2009)

Kinas produktionsbaserade utsläpp av växthusgaser 2000 var 25% större än kolfotavtrycket för 2001. Skillnaden mellan de produktions- och konsumtionsbaserade utsläppen tycks därmed vara större när fler växthusgaser än koldioxid inkluderas. Detta tyder på att Kina exporterar betydande mängder varor som ger upphov till växthusgaser andra än koldioxid. Skillnaden mellan de produktionsbaserade och konsumtionsbaserade utsläppen av växthusgaser var för Indien 4%, 47% för Ryssland och 23% för Sverige, vilket för alla de tre länderna är mindre än då bara koldioxid ingår i beräkningarna. Detta tyder på att produktion av varor som ger upphov till övriga växthusgaser än koldioxid till stor del används för inhemsk konsumtion.

Figur 9 visar ländernas konsumtionsbaserade växthusgasutsläpp fördelat på olika kategorier. De växthusgaser som ingår är koldioxid, metan, lustgas och fluorid som släpps ut under produktion och transport av varor som används för slutgiltig konsumtion. Även växthusgasutsläpp under användningsfasen ingår. I kategorin konstruktion ingår konstruktion av byggnader och infrastruktur. I boende ingår drift och underhåll samt byggnaders energikonsumtion, i service ingår offentlig förvaltning, försvar, sjukvård och skola. I kategorin transport ingår hushållens transporter, produktion av transportmedel samt service från land- och flygtransport. Frakt av varor allokeras till konsumerade produkter. I handel ingår utsläpp från distribution mellan producenter och slutliga konsumenter. I tillverkade produkter ingår maskiner och utrustning samt konsumtion från hushåll av kemiska produkter och elektronik (Hertwich och Peters 2009).



Figur 9: Ländernas nationella kolfotavtryck fördelat på olika varor och tjänster 2001.

Källa: Hertwich och Peters (2009)

Av Kinas kolfotavtryck utgörs en fjärdedel av kategorin konstruktion, vilket är betydligt större än det globala fotavtrycket från konstruktion på 10%. Detta tyder på stora investeringar i takt med landets växande ekonomi. En stor andel av Indiens fotavtryck kommer i likhet med Kina från mat, 35% respektive 26%. Mat och service utgör generellt en större andel av fotavtrycket i fattigare länder jämfört med rika länder. Rysslands stora fotavtryck från boende beror huvudsakligen på energiåtgång för uppvärmning av bostäder som följd av det kalla klimatet. Transport står för det största kolfotavtrycket i Sverige, 26%, vilket är större än den globala andelen på 17%.

Transportsektorn utgör generellt en stor andel av kolfotavtrycket i rika länder. Utsläpp från servicesektorn ökar generellt nästan linjärt med ett lands totala utgifter. Tillverkade produkter inklusive kläder står globalt för 13% av det totala fotavtrycket. I den kategorin är det framförallt Ryssland som skiljer sig från de övriga länderna med en jämförelsevis låg andel på 4%.

(Hertwich och Peters 2009).

### 4.1.3. Energi och energianvändning

Energianvändning är den huvudsakliga källan till utsläpp av koldioxid. Tabell 4 visar hur mycket energi som länderna importerar, ländernas totala energianvändning och energianvändning per capita.

Tabell 4: Energiimport och energianvändning.

	Nettoimport av energi (Mtoe*)	Total energianv. (Mtoe)		Energianvändning per capita (kg oe.)	
	2008	1990	2008	1990	2008
Kina	184,7	863	2116,4	760	1598
Indien	157,9	318,9	621	375	545
Ryssland	-536,6	879,2	686,8	5929	4838
Sverige	19,68	47,2	49,6	5514	5379

Källa: Nettoimport, IEA (2011). Energianvändning: The World Bank (2011c).

\*Mtoe= Million tonne of oil equivalent.

Tabell 5 visar vilka energislag som användes som primärenergi i de fyra länderna 2008. Primärenergi motsvarar den energi som produceras i landet plus den energi som importerar minus den energi som exporterar, minus den energi som konsumeras av internationell marin och flygbunkrar samt förändring i energilager. Förbränning av kol ger upphov till störst mängder koldioxidutsläpp per energienhet följt av olja. Av de tre fossila bränslena ger naturgas upphov till minst utsläpp per energienhet.

Tabell 5: Energislag som används som primärenergi som procent av total energiproduktion i Mtoe i Kina, Indien, Ryssland och i Sverige 2008.

	Kina	Indien	Ryssland	Sverige
Kol och torv	67	41	15	4
Råolja	17	26	31	37
Naturgas	3	6	46	1
Kärnkraft	1	1	5	29
Vattenkraft	2	2	2	10
Geotermisk- och solenergi	<1	<1	<1	<1
Biomassa och avfall	10	25	1	18

Källa: IEA (2011).



## 4.2. Färskvattenanvändning

Idag lever omkring en femtedel av världens befolkning under fysisk vattenbrist. Vattenbrist är både ett naturligt och ett mänskligt fenomen. Det finns idag tillräckligt med vatten för världens totala befolkning men tillgången är ojämnt fördelad, samtidigt som vatten i många områden används slösaktigt och förorenas. Vattenbrist anges vanligtvis i hur mycket vattenresurser som finns per capita. Ett område beräknas uppleva vattenstress då den årliga vattentillgången är mindre än 1700 m<sup>3</sup> per person, vattenbrist om den årliga tillgången på vatten är mindre än 1000 m<sup>3</sup> per person samt absolut vattenbrist om vattentillgången är mindre än 500 m<sup>3</sup> per person. Vattenbrist definieras som den situation då påverkan från samtliga vattenanvändare inkräktar på tillgången eller kvaliteten på vattenresurser på så sätt att efterfrågan från alla sektorer, inklusive miljön inte kan tillgodoses (UN, 2011).

Förändringar i den globala färskvattencykeln påverkar inte bara människors hälsa, tillgång till mat och försörjning utan har även konsekvenser för klimatet, biologisk mångfald och ekologiska tjänster så som upptag av koldioxid och produktion av biomassa. Tillgång till färskvatten av god kvalitet kan hotas av både ekonomisk vattenbrist och fysisk vattenbrist. Enligt International Water Management Institute uppstår ekonomisk vattenbrist när vattenresurser finns tillgängligt relativt till vattenanvändningen, det vill säga då mindre än 25% av de totala vattenresurser används för mänskligt bruk men undernäring existerar på grund av brist på finansiell och mänsklig kapacitet. Fysisk vattenbrist uppstår enligt definitionen då mer än 75% av vattenflödet i floder används för jordbruk, inom industrier samt av hushåll (Tellis et al 2008).

Vatten kan delas in i olika komponenter (se kap 2.2.). I denna studie ingår grönt, blått och grått vatten. Förlust av markfuktighet så kallat grönt vatten kan resultera i att biologiska system förstörs genom uttorkande processer. Förlust av yt- och grundvatten, så kallat blått vatten resulterar bland annat i att livsmiljöer för organismer som lever i floder och sjöar försämras eller förstörs. 25% av världens floder torkar ut innan de når havet på grund av vattenuttag i avrinningsområdet (Rockström et al. 2009). 90% av världens totala färskvattentillgångar används till matproduktion. Omkring 60% av världens matproduktion, framförallt i tempererade områden, kommer från jordbruk som bevattnas med nederbörd men i områden med torrare klimat används ofta yt- och grundvatten för bevattning. På grund av ökad efterfrågan på mat har andelen areal som bevattnas ökat kraftigt de senaste årtiondena (Savenije, H., 1998).

Handel med varor och tjänster, framförallt jordbruksprodukter har medfört ökad vattenstress i vissa delar av världen medan det har minskat trycket på vattenresurser i andra områden. Den globala ökade levnadsstandarden tillsammans med ökad population utgör de största hoten mot hållbar användning av vattenresurser (WWAP 2009). Under det senaste århundradet har den globala vattenanvändningen ökat i dubbelt så snabb takt som världens befolkning (UN 2011).

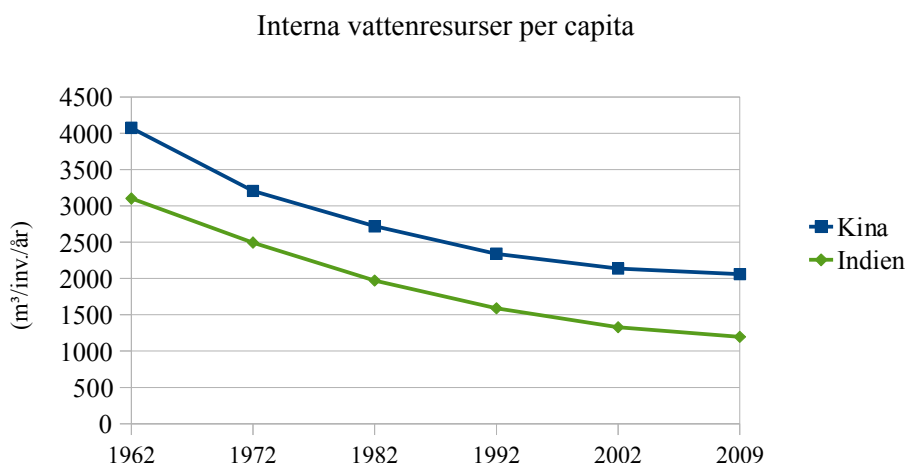
Tabell 6 visar hur stor del av Kina, Indien, Ryssland och Sveriges totala färskvattenresurser som används för mänskligt bruk.

Tabell 6: Andel av ländernas totala yt- och grundvattenresurser som används för mänskligt bruk.

Kina		Indien		Ryssland		Sverige	
1990	2005	1990	2005	1990	2000	1990	2000
17,60%	19,50%	26,30%	40,10%	1,70%	1,50%	1,70%	1,60%

Källa: MDG (2011)

Figur 10 visar Kina och Indiens totala vattenresurser per capita. För Ryssland och Sverige presenteras motsvarande siffror för 1992 och 2009 i tabell 6, då de är flera gånger större än för Kina och Indien och åskådliggörs därför inte i samma figur.



Figur 10: Totala interna vattenresurser per capita, Kina och Indien.  
Källa: FAO (2011a).

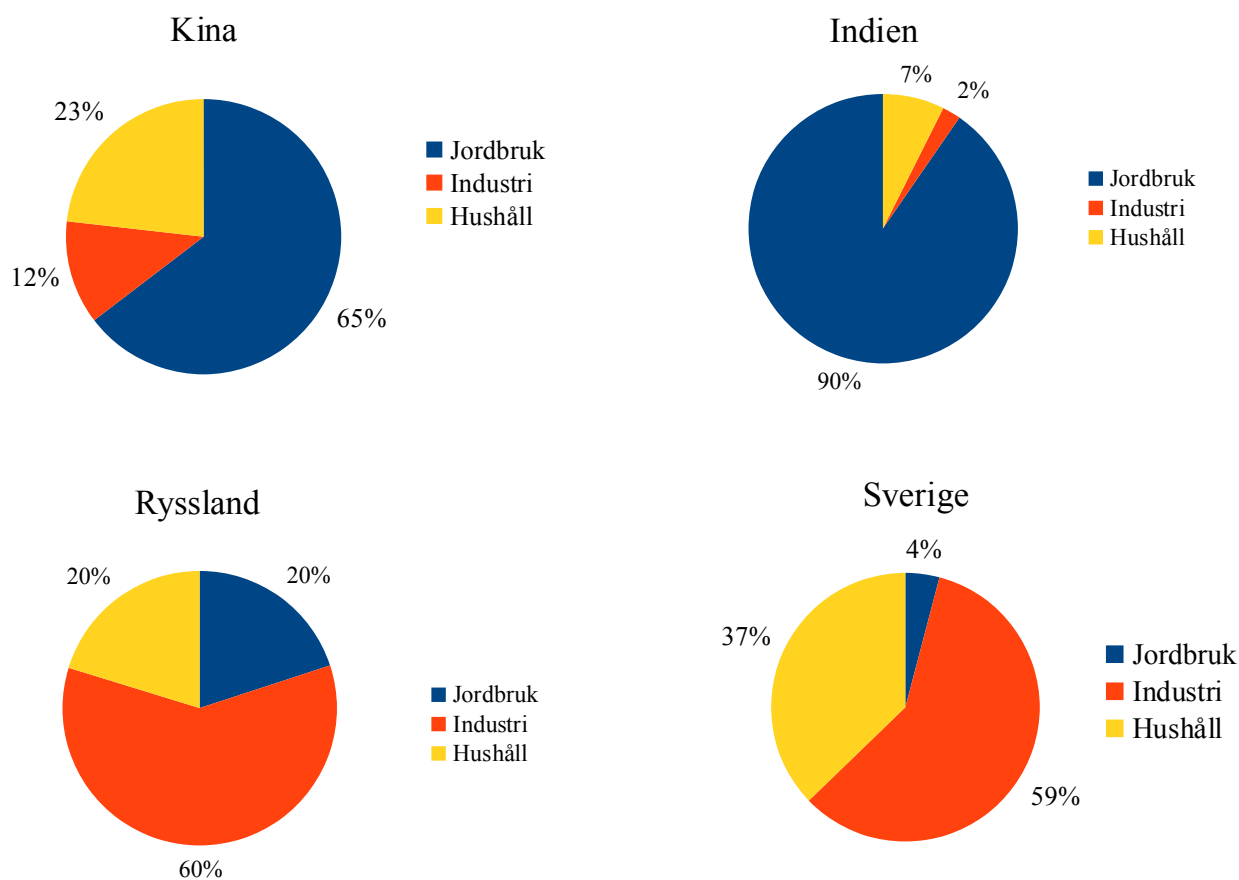
Tabell 4: Interna vattenresurser per capita samt totala vattenresurser i landet.

	Intern vattenresurser per capita ,1992 (m³/inv./år)	Intern vattenresurser per capita, 2009 (m³/inv./år)	Totala interna, förnyelsebara (km³/år) 2008.
Kina	2340	2060	2813
Indien	1589	1197	1446
Ryssland	28966	30147	4313
Sverige	19703	18365	171

Källa: FAO (2011a).

Tillgången till vatten varierar kraftigt mellan de studerade länderna. I Ryssland och Sverige med mycket rika vattentillgångar används 1-2% av de totala vattenresurserna för mänskligt bruk. I Kina och Indien används 20% respektive 40% av de totala vattenresurserna för mänskligt bruk. I takt med växande befolkningar i Kina och Indien har vattentillgången per capita i stort sett halverats sedan 60-talet. Indien definieras uppleva vattenstress och närmar sig den vattentillgång per capita som definieras som vattenbrist, 1000 m³/pers./år. Kina kategoriseras som känslig för vattenbrist (UN 2011).

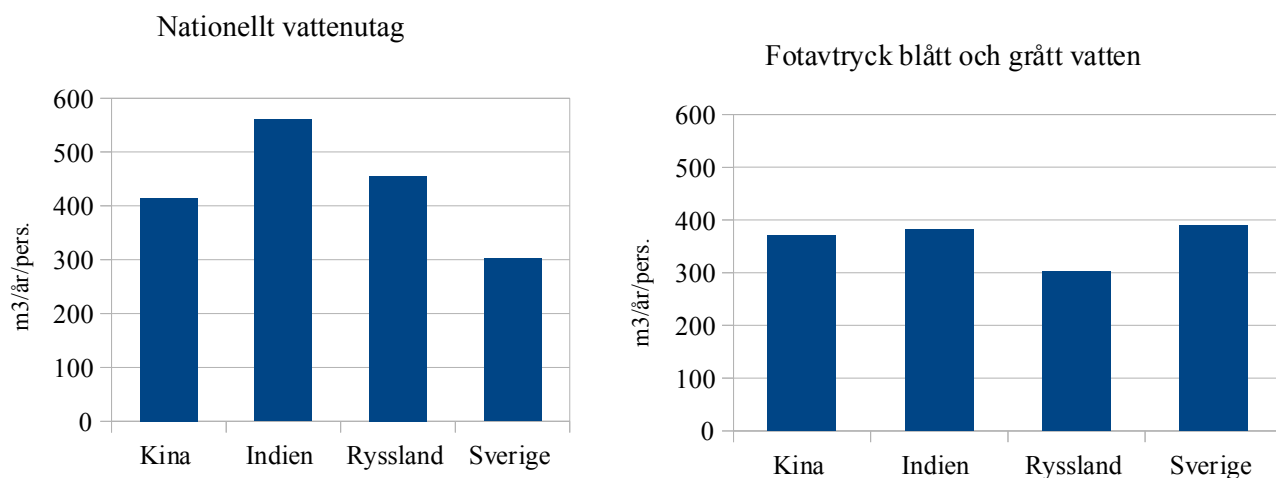
Figur 11 visar procentuellt uttag av yt- och grundvatten från olika sektorer.



Figur 11: Vattenuttag från olika sektorer, Kina 2005, Indien 2010, Ryssland 2001 och Sverige 2007. Källa: FAO (2011a).

Det yt- och grundvatten som tas ut av jordbrukssektorn används till bevattning och uppfödning av djur. Det stora uttaget från jordbrukssektorn i Indien och Kina beror huvudsakligen på att stora areal bevattnas. Andelen kultiverad areal som bevattnas är 52% i Kina, 39% i Indien, 3,5% i Ryssland och 6% i Sverige för motsvarande år som anges i Figur 11 (FAO 2011a).

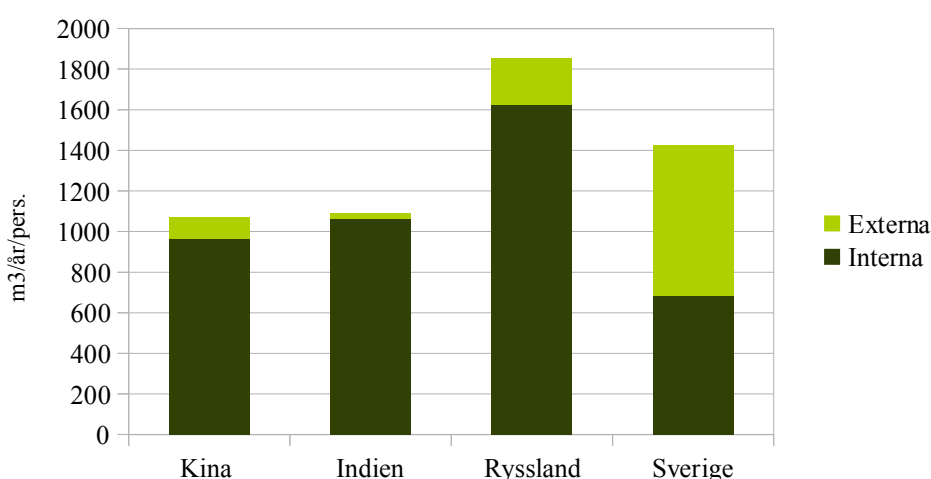
Figur 12 visar nationellt uttag av yt- och grundvatten samt fotavtryck av grått och blått vatten. Då grönt vatten inte inkluderas i statistik över nationellt vattenuttag exkluderas det gröna vattnet från vattenfotavtrycket.



Figur 12: Nationellt uttag samt fotavtryck för grått och blått vatten. Det nationella uttaget för Kina är för 1997 och de övriga länderna för 2002. Vattenfotavtrycket är ett medelvärde för 1996-2005. Källa: Nationellt vattenuttag; FAO (2011a). Fotavtryck blått och grått vatten; Mekonnen och Hoekstra (2011).

Skillnaden mellan nationellt uttag av yt- och grundvatten samt fotavtryck av blått och grått vatten beror framförallt på export och import av jordbruksprodukter som har bevattnats samt från produktion av tillverkade produkter som ger upphov till förorenat vatten. Som illustreras i Figur 12 har Indien och Ryssland betydligt större nationella vattenuttag jämfört med fotavtryck av blått och grått vatten. Kinas vattenuttag är något större än fotavtrycket från blått och grått vatten medan Sverige har ett större fotavtryck av blått och grått vatten jämfört med det nationella uttaget.

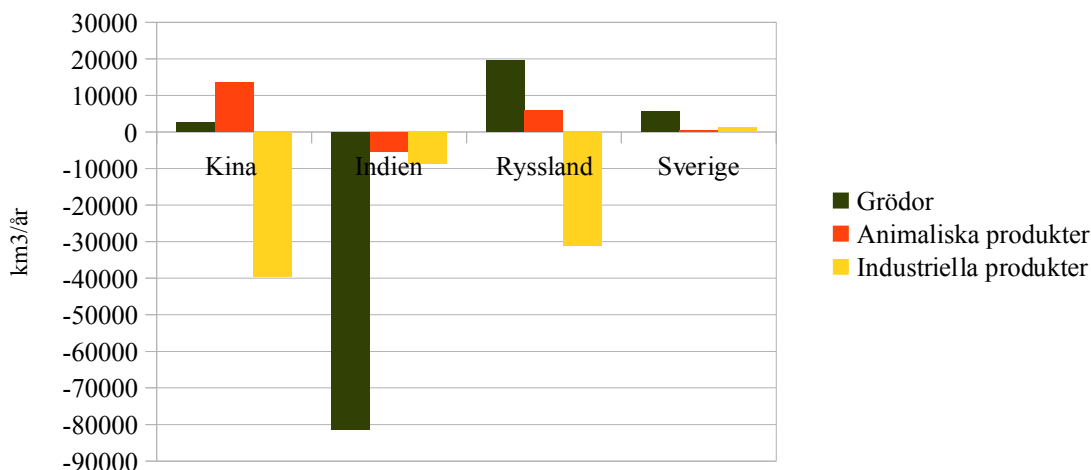
Figur 13 visar Kina, Indien, Ryssland och Sveriges totala vattenfotavtryck då även grönt vatten inkluderas. Figuren illustrerar hur stor andel av fotavtrycket som kommer från interna vattenresurser samt hur stor andel som kommer från externa vattenresurser.



Figur 13: Vattenfotavtryck per capita från nationell konsumtion av interna och externa vattenresurser som ett medelvärde för perioden 1996-2005. Källa: Mekonnen och Hoekstra (2011).

Utifrån Figur 12 och 13 kan man konstatera att Rysslands stora vattenfotavtryck i Figur 13 till stor del består av grönt vatten som inte ingår i Figur 12. Även för Sveriges del utgör fotavtrycket från grönt vatten en stor del av det totala fotavtrycket. Ländernas externa vattenfotavtryck som andel av de totala fotavtrycken är 10% för Kina, 2,5% för Indien, 12,4% för Ryssland och 52,2% för Sverige.

Figur 14 visar nettoimport och export av vattenfotavtryck av grönt, blått och grått vatten som uppstår vid produktion av grödor, animaliska produkter och industriella produkter. Negativa värden representerar en nettoexport medan positiva värden representerar nettoimport.



Figur 14: Nettoimport och export av vattenfotavtryck från produktion av grödor, animaliska produkter och industriella produkter (km<sup>3</sup>/år).

Källa: Mekonnen och Hoekstra (2011).

I tabell 6 ingår de 5 varor som har störst fotavtryck för varje land oavsett om vattenfotavtrycket är intern eller externt eller om det är grönt, blått eller grått. Siffrorna representerar ett medelvärde för 1996-2005.

Tabell 6: De 5 varor som står för störst vattenfotavtryck per capita årligen. Värdena i parentes motsvarar mängden virtuellt vatten som produkterna tar i anspråk i m<sup>3</sup>/pers/år.

Kina	Indien	Ryssland	Sverige
Griskött (142,71)	Ris (255,4)	Vete (353,99)	Mjölk (224,93)
Ris (138,09)	Vete (136,71)	Nötkött (304,66)	Nötkött (187,17)
Vete (131,57)	Baljväxter (78,2)	Mjölk (215,66)	Kaffe (144,16)
Grönsaker (87,96)	Mjölk (68,35)	Kött från fjäderfä (83,19)	Griskött (131,29)
Frukt (56,61)	Frukt (45,01)	Griskött (80,85)	Frukt (56,71)

Källa: Mekonnen och Hoekstra (2011).

I en studie utav Chapagain et al. 2005 har vattenfotavtryck från bomullsproduktion beräknats i vilken man även tagit hänsyn till föroreningar från produktionen. Bomull är en produkt som under produktionen ger upphov till stora vattenfotavtryck. Ländernas fotavtryck från bomullskonsumtion beräknades till 41m<sup>3</sup>/år/pers. för Kina, 29 m<sup>3</sup>/år/pers. för Indien, 20 m<sup>3</sup>/år/pers. för Ryssland och 86 m<sup>3</sup>/år/pers. för Sverige (Chapagain et al. 2005)

### 4.3. Markanvändning och ekologiskt fotavtryck

Förändrad markanvändning beror huvudsakligen på expansion och intensifiering av jordbruk. Konvertering av skog och andra ekosystem till jordbruksmark har skett med en genomsnittlig hastighet av 0,8% per år de senaste 40-50 åren, vilket har varit den huvudsakliga orsaken till förlust av olika ekosystems funktioner och biologisk mångfald. Fortsatt global expansion av åkermark kan vara ett allvarligt hot mot många arters överlevnad samtidigt som det har en stor påverkan på vattenanvändning, näringsbalans, upptag och utsläpp av koldioxid samt klimat (Rockström et al. 2009)

Huvuddelen av den bästa åkermarken som finns globalt används idag för odling, 1,35 miljarder hektar. 10 miljoner hektar överges årligen på grund av allvarlig försämring av markkvalitet. Ökad produktivitet av jordbruk bland annat genom bevattning och användning av gödselmedel har möjliggjort en ökad matproduktion för att tillgodose efterfrågan på mat från världens ökande befolkning. Intensiva jordbruksmetoder kan resultera i förlust av grundvatten, förlust av övre jordlager samt överanvändning av gödningsmedel som vid produktion släpper ut stora mängder växthusgaser och orsakar övergödning av mark och vattendrag (Wackernagel et al. 1997).

I många delar av världen försvinner åkermark för matproduktion på grund av markförsämring, vattenbrist samt konkurrens om markanvändning bland annat från expansion av urbana områden och biobränsleproduktion. Globalt har försämring av markkvalitet accelererats under 1900-talet på grund av intensifiering av jordbruk, avskogning samt extrema väderförhållanden som torka och intrång av saltvatten. Markförsämring medför ökad press på dagens åkermark för matproduktion och riskerar resultera i att matproduktion förflyttas till mark som är sämre lämpad för odling. (Rockström et al. 2009).

Markanvändningen i ett land är inte jämförbar med landets ekologiska fotavtryck eller biokapacitet. Statistik över markanvändning och de ekologiska fotavtrycken kan ge kompletterande information om ländernas miljöpåverkan från markanvändning.

Tabell 7 visar hur markanvändning i form av skogsmark, åkermark, mark med permanenta grödor samt äng och betesmark har förändrats i länderna mellan början av 90-talet och 2009/2010. Med permanenta grödor menas grödor som inte måste sås varje år så som kakao, kaffe etc.

Tabell 7: Area 1000 ha. Förändring i markanvändning mellan 1990-2010.

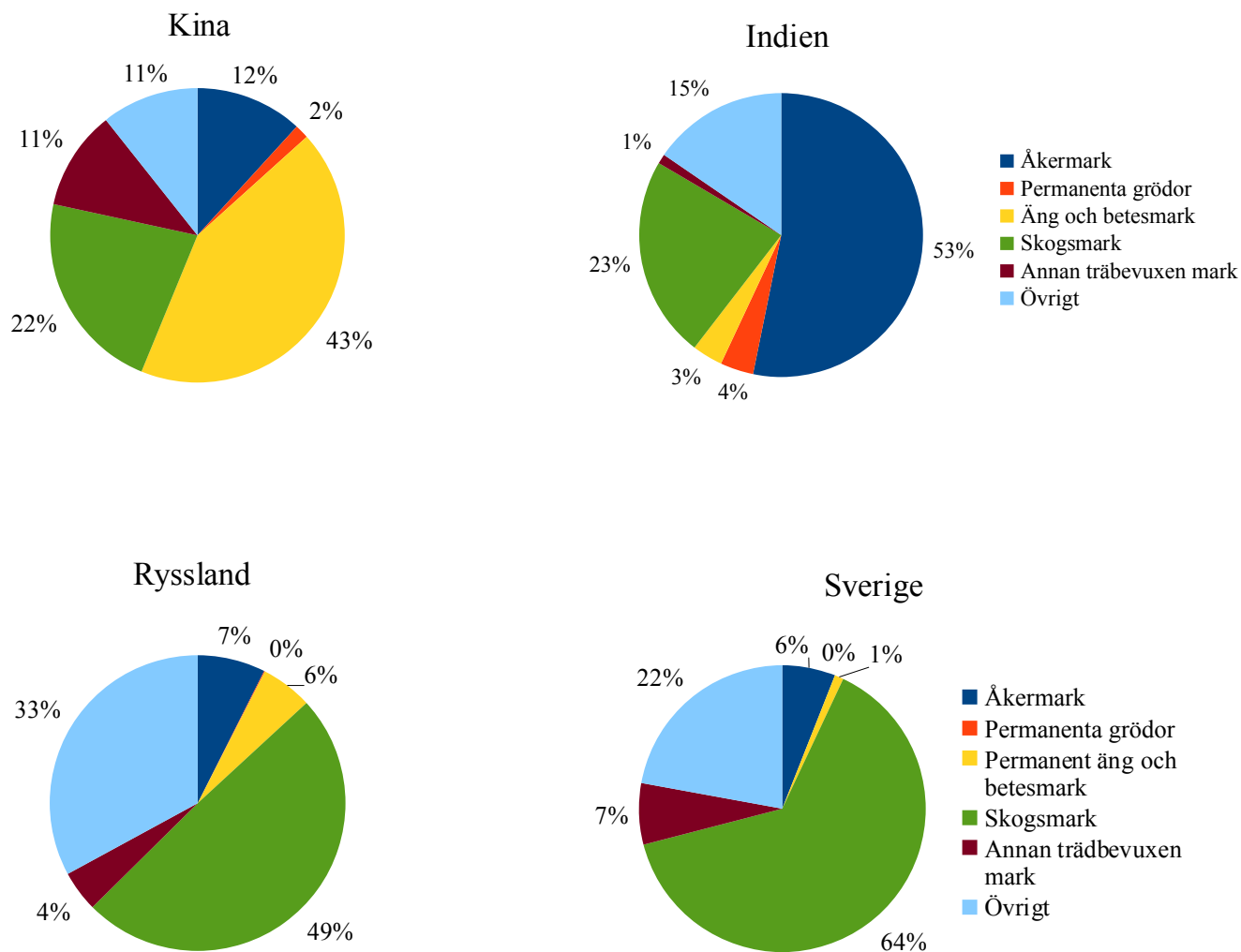
	Skogsmark		Åkermark		Permanent grödor		Permanent äng- och betesmark	
	1990 (1992)	2010	1990 (1992)	2009	1990 (1992)	2009	2002	2009
Kina*	157141	206861	123681	109999	7716	14321	400001	400001
Indien	63939	68289	162788	157923	6650	11700	11602	10340
Ryssland*	809014	809030	132008	121750	1700	1791	87923	92020
Sverige	27281	28203	2841	2634	4	9	568	436

Källa: FAO (2011b)

\*Hong Kong och Macau är inkluderade.

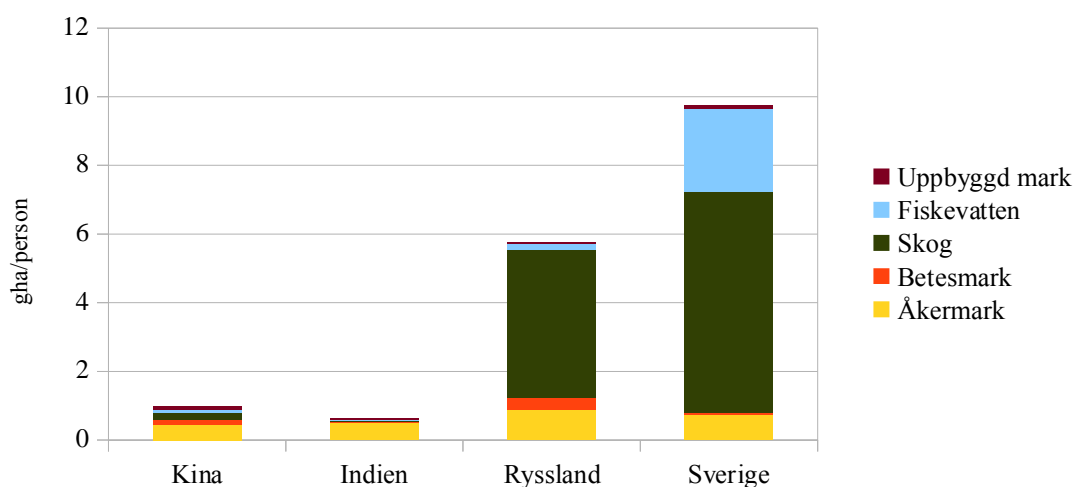
\*Värden för Ryssland är från 1992

Figur 15 visar ländernas markanvändning i procent till ländernas totala landyta.



Figur 15: Markanvändning 2009 som procent av total landyta.  
Källa: FAO (2011b)

Figur 16 visar Kina, Indien, Ryssland och Sveriges biokapacitet per capita. Ett lands biokapacitet beror på två faktorer; den area åkermark, betesmark, fiskevatten, och skog som finns inom landets gränser samt hur produktiv denna area är. Ett lands biokapacitet är därför inte direkt jämförbar med ett lands markanvändning.

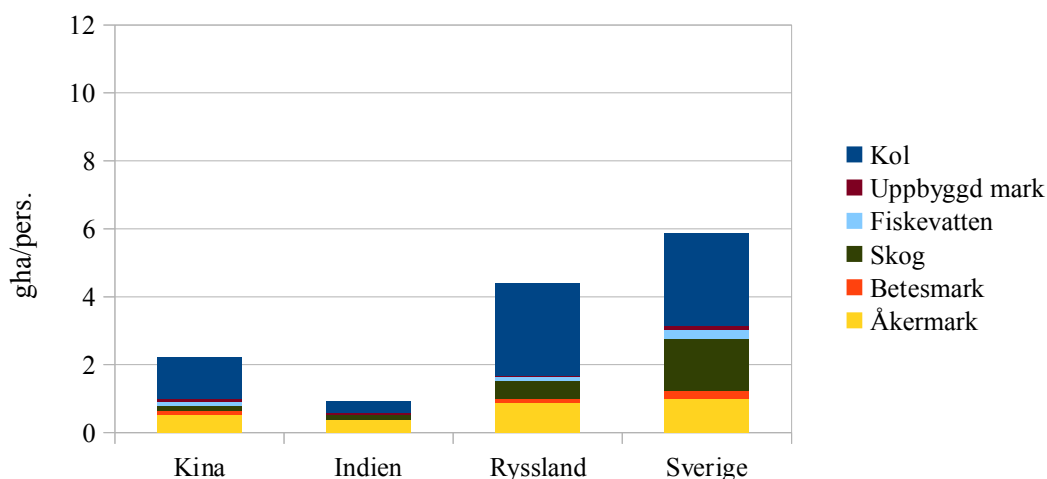


Figur 16: Biokapacitet per person Kina, Indien, Ryssland och Sverige 2007 (gha/person).

Källa: Erwing et al. (2010).

Biokapaciteten per capita varierar kraftigt mellan de studerade länderna. Sveriges biokapacitet utgörs huvudsakligen av skogsmark och fiskevatten. Indiens biokapacitet som är cirka en tjugondel så stor som Sveriges biokapacitet per capita utgörs till nästan 80% av åkermark.

Figur 17 visar ländernas ekologiska fotavtryck. I det ekologiska fotavtrycket ingår även kol vilket motsvarar den skogsarea som krävs för att absorbera den koldioxid som släpps ut.



Figur 17: Ekologiska fotavtryck per person i Kina, Indien, Ryssland och Sverige 2007.

Källa: Erwing et al. (2010).



De ekologiska fotavtrycken varierar mellan 0.91 gha för Indien och 5.9 gha för Sverige. Kolfotavtrycket utgör den största andelen av det ekologiska fotavtrycket för samtliga länder förutom för Indien med en något större andel av fotavtrycket från åkermark.

Tabell 8 visar ekologiska fotavtryck samt biokapacitet i de olika kategorierna. Om ett lands ekologiska fotavtryck är större än landets biokapacitet har landet ett ekologiskt underskott. Länder kan upprätthålla ekologiska underskott genom att importera varor eller att överutnyttja inhemska naturresurser alternativt att släppa ut mer koldioxid än vad som kan tas upp av landets ekosystem. Om landets biokapacitet istället är större än landets ekologiska fotavtryck har landet ekologiska reserver. Ekologiska reserver kan antingen vara outnyttjade naturtillgångar eller resurser som exporteras till andra länder (Ewing et al. 2010).

Tabell 8: Ekologiska fotavtryck och Biokapacitet för Kina, Indien, Ryssland och Sverige (gha per person) 2007.

	Kina		Indien		Ryssland		Sverige	
	Ekol. fotavtryck	Biokap.	Ekol. fotavtryck	Biokap.	Ekol. fotavtryck	Biokap.	Ekol. fotavtryck	Biokap.
Åkermark	0,53	0,47	0,39	0,4	0,89	0,89	1	0,74
Betesmark	0,11	0,11	0	0	0,1	0,35	0,24	0,04
Skog	0,15	0,23	0,12	0,02	0,53	4,29	1,53	6,46
Fiskevatten	0,12	0,07	0,02	0,03	0,13	0,19	0,27	2,4
Kol	1,21	-	0,33	-	2,72	-	2,73	-
Uppbyggd mark	0,09	0,09	0,05	0,05	0,03	0,03	0,11	0,11
<b>Totalt</b>	<b>2,21</b>	<b>0,98</b>	<b>0,91</b>	<b>0,51</b>	<b>4,41</b>	<b>5,75</b>	<b>5,88</b>	<b>9,75</b>

Källa: Erwing et al. (2010).

Sverige och Ryssland har ekologiska reserver av skog samt fiskevatten. Ryssland har även ekologiska reserver av betesmark. Kina har ekologiska underskott av åkermark och fiskevatten. Indien har ekologiskt underskott av skog och Sverige har ekologiskt underskott av åkermark och betesmark.

Tabell 9 visar hur de ekologiska fotavtrycket och ländernas biokapacitet har förändrats mellan 1961-2007.

Tabell 9: Förändring 1961-2007, för Ryssland 1992-2007 (%).

	Folkmängd	Ekologiskt fotavtryck per person	Totalt ekologiskt fotavtryck	Biokapacitet per person	Total biokapacitet
Kina	102,00%	104,00%	313,00%	-28,00%	45,00%
Indien	155,00%	-15,00%	115,00%	-49,00%	29,00%
Ryssland	-5,00%	-26,00%	-29,00%	-5,00%	-9,00%
Sverige	22,00%	17,00%	42,00%	-23,00%	-6,00%

Källa: Erwing et al. (2010).

Det ekologiska fotavtrycket per capita har ökat markant i Kina sedan 1961. Även i Sverige har per capita fotavtrycket ökat. I Ryssland och Indien har det istället minskat. Biokapaciteten per capita har minskat i Ryssland och Sverige. En möjlig förklaring är att åkermark har konverterats till mindre produktiv mark.

## 5. Analys

I följande kapitel följer en genomgång av skillnaden mellan produktionsbaserad och konsumtionsbaserad miljöpåverkan från de olika länderna samt orsaker till skillnaderna i de olika miljöpåverkanskategorierna.

### 5.1. Utsläpp av växthusgaser

Produktionsbaserade och konsumtionsbaserade utsläpp finns samlade och beräknade för perioden 1990-2008 för de fyra länderna vilket gör det möjligt att jämföra skillnader och förändringar i utsläppen ur de två perspektiven. För utsläpp av växthusgaser är export och import av industriella varor, metaller och fossila bränslen viktiga faktorer. Skillnaden mellan perspektiven är därför som tydligast för Kina och Ryssland som exporterar mycket industriella varor och fossila bränslen samt för Sverige som i stor utsträckning importerar dessa produkter.

Kinas produktions- och konsumtionsbaserade utsläpp per capita var 1990 ungefär lika stora. De produktionsbaserade utsläppen ökade därefter under början av 90-talet medan koldioxidfotavtrycket var nästan konstant. En möjlig förklaring är att ökad industriell produktion resulterade i ekonomisk tillväxt och ökad levnadsstandard för många av landets invånare men först efter några år. Kinas konsumtionsbaserade koldioxidutsläpp per capita börjar först öka under början av 2000-talet. De produktionsbaserade utsläppen har mellan perioden 1990-2008 ökat mer än landets konsumtionsbaserade utsläpp och 2008 var skillnaden 22% mellan de två perspektiven. Skillnaden beror till stor del på att Kina producerar och exporterar mycket energi- och kolintensiva produkter. 60% av landets totala koldioxidutsläpp kommer från industrisektorn (IEA 2011). Landet producerar exempelvis omkring 35% av världens stål, 28% av världens aluminium (Lewis och Gallagher 2011) och 50% av världens cement. Bara landets cementproduktion utgör ungefär 10% av landets totala koldioxidutsläpp (CDIAC 2011). Nästan 90% av Kinas energiproduktion kommer från fossila bränslen framförallt kol vilket resulterar i att varor som producerats i Kina har under produktionen gett upphov till förhållandevis stora utsläpp av växthusgaser.

Ryssland produktionsbaserade koldioxidutsläpp har varit betydligt större än landets konsumtionsbaserade utsläpp sedan början av 90-talet då beräkningarna började. Orsaken till de stora produktionsbaserade utsläppen är att Ryssland exporterar mycket kol- och energiintensiva produkter så som fossila bränslen och metaller. 2008 exporterades 43% av landets totala energiproduktion (CDIAC 2011). Energiprocesser ger inte bara upphov till koldioxid utan även metan, vilket delvis förklarar landets stora per capita utsläpp av metan (se Figur 7). Rysslands energiproduktion baseras till 92% av fossila bränslen vilket resulterar i att produkter som produceras i landet ger upphov till förhållandevis stora koldioxidfotavtryck.

Förändringar i utsläpp sedan början av 90-talet sett ur ett produktions- och konsumtionsbaserat perspektiven följer liknande mönster. Man kan se paralleller mellan Rysslands utsläpp och landets ekonomiska situation. Utsläppen ur de båda perspektiven är som lägst runt 1998 då landet samtidigt upplevde ekonomisk kris. Sedan 2000 har både de produktions- och konsumtionsbaserade utsläppen ökat. Koldioxidfotavtrycket har dock ökat betydligt snabbare, 47% mellan 2000-2008, än de produktionsbaserade utsläppen som ökade med 14%. Mellan åren 2001-2007 ökade landets intäkter från export på grund av höga priser på olja och råmaterial, inte nödvändigtvis på grund av export av större mängder produkter. Intäkterna ska enligt CIA huvudsakligen ha använts till ökad privatkonsumtion istället för investering i industrisektorn vilket resulterade i en kraftig ökning av importerade varor (CIA 2011). Detta förklarar delvis den snabba ökningen av landets koldioxidfotavtryck. År 2001 var andelen av kolfotavtrycket som uppstod i andra länder 8% (se Figur 8) av landets totala fotavtryck. Sannolikt har denna andel ökat i takt med ökad import.

Skillnaden mellan produktionsbaserade och konsumtionsbaserade utsläpp minskade från cirka 60% 2000 till 30% 2008.

Till skillnad från de övriga länderna är Sveriges konsumtionsbaserade utsläpp av växthusgaser större än de produktionsbaserade utsläppen. Sverige använder betydligt mindre andel fossila bränslen för energiproduktion jämfört med de andra länderna. Majoriteten av de fossila bränslena används i transportsektorn, huvudsakligen från privata motorfordon. Dessa utsläpp ingår då både i landets produktionsbaserade och konsumtionsbaserade utsläpp. Industrin i Sverige är den sektor som använder mest energi. Energin kommer huvudsakligen från kärnkraft, vattenkraft och biomassa vilket ger upphov till små utsläpp av växthusgaser, särskilt i förhållande till industrier med kolbaserad energianvändning. Trots att Sverige exporterar energiintensiva produkter så som stål, järn och timmer ger produktionen upphov till förhållandevis små utsläpp jämfört med om samma varor produceras i exempelvis Kina eller Ryssland.

Sveriges produktionsbaserade utsläpp har minskade mellan åren 2002 och 2008 på grund av minskad användning av olja och kol. Landets konsumtionsbaserade utsläpp ökade däremot mellan 2000 och 2006. 2006 var de konsumtionsbaserade utsläppen så mycket som 65% större än de produktionsbaserade utsläppen. Ökningen i konsumtionsbaserade utsläpp beror antingen på att per capita konsumtionen av varor och tjänster från andra länder har ökat i total mängd under denna tidsperiod alternativt att en allt större andel av de konsumerade varorna kommer från länder vars produktion ger upphov till större koldioxidutsläpp än om varorna producerats internt. I Figur 4 över ländernas produktionsbaserade utsläpp ingår inte utsläpp från internationella transporter. Om utsläpp från båt och flyg som bunkrar i Sverige inkluderas ökar landets koldioxidutsläpp med 18% (CDIAC 2011). Utsläpp från sjöfart har ökat kraftigt sedan 1990 vilket beror på att allt fler fartyg bunkrar bränsle i Sverige samt att frakt av gods har ökat. Utsläpp från utrikesflyg har mer än fördubblats i Sverige sedan 1990 (Trafikverket 2012). Utsläpp från flyg- och båttransport från privatpersoner samt från transport av varor som konsumeras i landet ingår i de konsumtionsbaserade utsläppen. Dessa utsläpp utgör sannolikt en betydande del av skillnaden mellan Sveriges produktions- och konsumtionsbaserade utsläpp.

Indiens produktions- och konsumtionsbaserade utsläpp per capita är mellan 1990-2008 betydligt mindre än för de övriga länderna, vilket sannolikt delvis förklaras med en lägre per capita inkomst än i de övriga länderna. I likhet med Kina och Ryssland baseras Indiens energianvändning i industrisektorn av fossila bränslen, framförallt kol (CDIAC 2011). Landets koldioxidutsläpp per USD BNP var trots det omkring hälften så stora jämfört med Kina 2008 (se Figur 3). Detta tyder på att Indien exporterar varor och tjänster som under sin produktion är mindre koldioxidintensiva än Kina och Ryssland. Landets jordbrukssektor stod 2010 för en relativt stor andel av landets BNP, 19%. Jordbrukssektorn ger till skillnad från tunga industrier inte upphov till stora mängder koldioxidutsläpp. Utsläpp av andra växthusgaser så som metan och lustgas kan istället bli viktiga. Landets expanderade servicesektor är den största orsaken till landets ekonomiska tillväxt. Serviceindustrin är generellt mindre kolintensiv jämfört med många tillverkningsindustrier. Indiens export av jordbruksprodukter och service istället för stora mängder industriella produkter är sannolikt en av förklaringarna till varför Indiens koldioxidutsläpp inte alls har ökat lika kraftigt som Kinas utsläpp sedan början av 90-talet trots landets starka ekonomiska tillväxt. Ett faktum som styrker påståendet är att till skillnad från de andra länderna är det istället för industrisektorn, hushållen som står för den procentuellt största energianvändningen. De relativt små utsläppen vid produktion av exportvaror och tjänster i Indien resulterar i att skillnaden mellan landets produktions- och konsumtionsbaserade utsläpp är förhållandevis små. De produktionsbaserade utsläppen var cirka 13% större än de konsumtionsbaserade utsläppen och detta förhållande tycks enligt Carbon Footprint of Nations beräkningar vara i stort sett konstant mellan 2000 och 2008.

## 5.2.Färskvattenanvändning

Skillnader mellan produktionsbaserad och konsumtionsbaserad användning av färskvattenresurser beror framförallt på handel med jordbruksprodukter men även industriella produkter. Viktiga faktorer som påverkar skillnaderna är export och import av vattenintensiva jordbruksprodukter samt av industriella produkter som under produktionen har gett upphov till förorenat vatten som i produktionslandet inte renas. Då FN:s statistik över länders vattenanvändning inte inkluderar grönt vatten i sin statistik så jämförs uttag av vatten i länderna med fotavtryck av grått och blått vatten.

Skillnaden mellan vattenuttag och fotavtryck av blått och grått vatten är som tydligast i Indien på grund av landets export av jordbruksprodukter som har bevattnats. Landets uttag är nästan 50% större än landets fotavtryck av blått och grått vatten. Omkring 90% av landets vattenuttag används i jordbrukssektorn för bevattning av åkermark för produktion av grödor så som vete, ris och bomull (FAO 2011).

Majoriteten av det totala uttaget av blått vatten i Kina används i jordbrukssektorn, mestadels till bevattning. En stor del av landets fotavtryck av grått vatten beror på utbredd användning av kemikalier i jordbruket som ger upphov till stora mängder förorenat vatten (WWF 2010). Produktion av industriella varor ger likaså upphov till stora fotavtryck av grått vatten då bara omkring en tredjedel av Kinas avloppsvatten beräknas renas efter användning. Kina exporterar stora mängder jordbruksprodukter och industriella varor vilket resulterar i en nettoexport av virtuellt vatten. Det är sannolikt en viktig orsak till att landets uttag av yt- och grundvatten är cirka 12% större än landets fotavtryck av grått och blått vatten. 22% av det totala vattenfotavtrycket från världens produktion av industriella produkter uppstår i Kina (Mekonnen och Hoekstra 2011).

Den största delen av Rysslands vattenuttag används i industrisektorn. I beräkningar av Rysslands vattenfotavtryck har det antagits att det inte sker någon vattenrening i landet. Dessa faktorer gör att Rysslands industrisektor ger upphov till stora fotavtryck av grått vatten. Rysslands uttag av yt- och grundvatten är cirka 50% större än landets fotavtryck av blått och grått vatten vilket beror på landets stora export av industriella produkter. Då grönt vatten inkluderas i vattenfotavtrycket ökar det totala fotavtrycket som mest i Ryssland. Detta visar på att majoriteten av de varor som konsumeras i Ryssland produceras med regnvatten.

Sveriges fotavtryck av blått och grått vatten är större än landets uttag av yt- och grundvatten. Skillnaden beror på att Sverige importerar jordbruksprodukter och industriella varor som i exportlandet har gett upphov till fotavtryck av grått och blått vatten. En betydande del av de importerade varorna kommer sannolikt från länder som inte alls eller bara delvis renar sitt avloppsvatten, så som Kina och Ryssland. Globalt sett har handel med industriella produkter medfört att det totala fotavtrycket av grått vatten är större än vad det skulle vara om varorna producerades i samma land som de konsumerades. Detta beror just på att Kina och Ryssland är två viktiga exportländer (Mekonnen och Hoekstra 2011). Majoriteten av Sveriges vattenuttaget av blått och grått vatten används av industrisektorn och av hushåll. Då det nästan inte sker något uttag av blått vatten för bevattning är det totala uttaget mindre än för de övriga länderna. Uttag av kommunalt vatten per capita är mer än dubbelt så stort i Sverige jämfört med Kina och Indien, men då majoriteten av vattnet renas efter användning resulterar detta inte i stora fotavtryck av grått vatten. Av Sveriges totala fotavtryck av grönt, blått och grått vatten uppstår omkring hälften av fotavtrycket utanför landets gränser. Huvuddelen av Sveriges externa fotavtryck beror på import av grödor, så som spannmål, bomull och kaffe. Sveriges externa fotavtryck uppstår till stor del i länderna Brasilien, Danmark, Tyskland, Indien, Colombia och USA (Naturvårdsverket 2010).

Tabell 6 visar vilka 5 produkter som konsumeras i de olika länderna som ger upphov till störst vattenfotavtryck av grönt, blått och grått vatten. Tydligt är att diet påverkar länders vattenfotavtryck. Produktion av kött- och mejeriprodukter tar generellt stora mängder vatten i anspråk. I Ryssland och Sverige är 3-4 av de 5 produkterna som ger upphov till störst vattenfotavtryck animaliska produkter. För Kina och Indien är motsvarande siffra 1 av 5 (griskött för Kina och mjölk för Indien). Det är inte bara produktion av livsmedel som ger upphov till stora vattenfotavtryck utan även fibrer så som bomull. Störst per capita fotavtryck från bomullskonsumtion av de studerade länderna har Sverige. Sannolikt kommer en del av den bomull som konsumeras i Sverige från Indien och Kina. Kina var mellan 1997 och 2001 världens största producent av bomull och stod för 25% av den globala produktionen. Indien var under samma period den tredje största producenten och stod för cirka 10% av den globala produktionen. I Indien är bomullsproduktionen särskilt vattenintensiv bland annat på grund av ineffektiva bevattningssystem. 84% av det vattenfotavtryck som uppstår på grund av konsumtion av bomull inom EU uppstår utanför EU:s gränser (Chapagain et al. 2006).

### 5.3. Markanvändning

Ett lands markanvändning är inte jämförbar varken med landets ekologiska fotavtryck eller biokapacitet. Statistik över ett lands markanvändning och det ekologiska fotavtrycket kan istället användas för att ge kompletterande information om ett lands miljöpåverkan från markanvändning i ett produktions- respektive konsumtionsperspektiv. Genom att jämföra förändring i markanvändning med ett lands ekologiska underskott respektive överskott kan man se tecken på vilken typ av markanvändning som främjas i länderna.

Sedan 1961, från när FAOs statistik finns dokumenterad, har den totala åker- och betesmarken minskat markant i Sverige. 2007 hade Sverige ett ekologiskt underskott av just åkermark och betesmark. Underskottet kompenseras med import av varor som under sin produktion har tagit dessa typer av areal i anspråk i andra länder. Av de livsmedel som konsumeras i Sverige produceras uppskattningsvis mellan en tredjedel och hälften i andra länder (Naturvårdsverket 2010). Detta tyder på att import av jordbruksprodukter sker till förmån för annan markanvändning så som skogsproduktion. Som andel av det totala ekologiska fotavtrycket har Sverige ett väldigt stort fotavtryck från skog vilket delvis kan förklaras med att Sverige använder relativt mycket biomassa för energiproduktion. Sveriges mycket stora biokapacitet av skog täcker det ekologiska fotavtrycket med god marginal.

Den totala ytan åkermark har i Kina minskat med cirka 11% mellan 1990-2010 medan produktiviteten av den befintliga åkermarken har ökat genom effektivare jordbruksmetoder. 2007 var dock landets ekologiska fotavtryck från åkermark omkring 13% större än landets biokapacitet. Underskottet på biokapacitet av åkerareal kompenseras av import av biokapacitet från andra länder. Åkerarealen har förmodligen delvis ersatts med skogsmark, bland annat planterad för att minska ökenspridningen i landet (theguradian 2011). Förändringar i privatkonsumtion har passerat ökning i befolkningsmängd till att bli den drivande faktorn för ökningen av Kinas totala ekologiska fotavtryck. Landets ekologiska fotavtryck är kopplad till handel med nästan alla länder i världen. En analys av utvalda handelsvaror visar att Kina ofta importerar biokapacitet i form av råmaterial från länder som Kanada, Indonesien och USA och exporterar biokapacitet i form av tillverkade varor till länder som Sydkorea, Japan, USA och Australien. (Kitzes et al. 2008).

Indiens totala area av åkermark och permanenta grödor har varit i stort sett konstant mellan 1990-2010. Landets bioproduktivitet har ökat med närmare 30% sedan 1961, tack vare effektivare jordbruk. Landets biokapacitet i form av åkermark täcker idag precis det ekologiska fotavtrycket.

Potentialen att öka den totala arean åkermark är mycket begränsad. Trots att Indiens skogsareal har ökat med cirka 7% sedan 1990 är biokapaciteten av skogsmark betydligt mindre än det ekologiska fotavtrycket. Indiens ekologiska underskott ökar idag till följd av den ökade befolkningen och den ökade per capita konsumtionen, framförallt av energi från fossila bränslen.

Ryssland har i jämförelse med Kina och Indien mycket biokapacitet per capita som täcker det ekologiska fotavtrycket i alla kategorier. Landet har även reserver av fiskevatten, skog och betesmark som kan användas för export. Mellan 1961 och 2010 har landets biokapacitet minskat, sannolikt till följd av konvertering av åkermark till mindre produktiv mark. En relativt stor andel av Rysslands fotavtryck kommer från koldioxid, 62%.

#### **5.4. Sammanfattning av ländernas miljöpåverkan och utmaningar**

Kinas ökande befolkning och välstånd har medfört en mycket kraftig ökning av växthusgaser, framförallt från landets kolbaserade energisektor. Landet står idag inför en enorm utmaning; att tillgodose den fortsatt ökande efterfrågan på energi utan att orsaka enorm påverkan på miljön. Minskat beroende av kol är en förutsättning för att uppnå detta. Skillnaden mellan landets produktionsbaserade och konsumtionsbaserade utsläpp visar att en betydande del av landets utsläpp uppstår under produktion av varor som sedan exporteras till andra länder. Enligt beräkningar av Peters et al. 2009 stod Kinas utsläpp av koldioxid för 55% av den globala ökningen mellan 1990-2008 varav 18% av den globala utsläppsökningen uppkom vid produktion av varor som exporterades. Då landets mål är att stimulera inhemsk konsumtion och landets servicesektor kommer skillnaden i de två perspektiven sannolikt minska i framtiden. Flera av Kinas naturresurser i form av färskvattentillgångar och åkermark är idag under press för att kunna tillgodose den inhemska efterfrågan samtidigt som de i stor utsträckning används för att producera exportvaror. FAO beräknar att Kina måste öka sin matproduktion med 30% till 2030 för att kunna tillgodose behovet från den ökade befolkningen (FAO 2012). Då åkerarealen är mycket begränsad kommer det att krävas ännu effektivare användning av redan produktiv area.

Indien står idag inför en stor utmaning att kunna tillgodose ökad efterfråga på livsmedel, färskvattenresurser och energi från den ökande befolkningen utan att utarma landets idag relativt knappa resurser. Över hälften av landets totala landareal används idag till jordbruksmark och potentialen att öka denna areal är mycket begränsad (FAO 2012; Kitzes et al. 2008). Det finns risk att ökad efterfrågan på mat resulterar i att skogsmark konverteras till åkermark vilket bland annat skulle leda till förlust av biologisk mångfald då skogen utgör habitat för flera av världens utrotningshotade arter. Brist på inhemska resurser kommer sannolikt medföra att landet i framtiden blir mer beroende av import från andra länder. Indiens internationalisering av den ekonomiska marknaden med ökad export och BNP som följd har inte resulterat i samma kraftiga ökning av koldioxidutsläpp som i Kina. Sannolikt mycket tack vare att en stor del av landets export kommer från servicesektorn och jordbruk. Jordbrukssektorn sätter istället stor press på landets redan begränsade färskvattenresurser och åkermark. Dessa effekter har till skillnad från utsläpp av växthusgaser lokal karaktär med direkt påverkan på människors hälsa och försörjning. Bättre hushållning av vattenresurser genom vattenrening, effektivare vattenanvändning i jordbruket och begränsad export av vattenintensiva produkter skulle minska trycket på landets färskvattentillgångar. Indiens ekologiska fotavtryck per capita har minskat under perioden 1960-2007 samtidigt som landets BNP per capita tredubblats. Detta tyder på att ökat välstånd inte måste innebära ett ökat fotavtryck utan istället att det ekologiska fotavtrycket kan begränsas av hur mycket biokapacitet som finns tillgängligt (GFN och CII 2008).

Sedan upplösningen av Sovjetunionens energiintensiva ekonomi har koldioxidutsläppen i Ryssland sjunkit tack vare minskad användning av kol och olja. Ryssland är en av världens största exportörer av fossila bränslen och andra energiintensiva industrier vilket är den huvudsakliga orsaken till de stora skillnaderna mellan Rysslands produktionsbaserade och konsumtionsbaserade utsläpp av växthusgaser. Enligt Nakano et al. 2009 var Ryssland det land i vilket den största mängden av koldioxidöverskott som 2000 uppstod på grund av handel mellan OECD-länder och icke OECD-länder sker. Ryssland har generellt stora tillgångar på vatten och areal och majoriteten av landets fotavtryck uppkommer inom landet. Effektivare energianvändning och ökad vattenrening skulle minska miljöpåverkan från landets industrier.

För att Sverige ska uppnå landets övergripande miljömål, att till nästa generation lämna över ett samhälle där de stora miljöproblemen är lösta, utan att orsaka ökade miljö- och hälsoproblem utanför Sveriges gränser, bör ansträngningar göras för att kartlägga och begränsa den miljöpåverkan landets konsumtion ger upphov till i andra länder. Huvudsakligen importerar Sverige varor från europeiska länder. Det finns dock anledning att tro att en större andel av Sveriges importerade varor kommer från icke-europeiska länder än vad som anges i handelsstatistiken. Detta då varan ofta anges komma från sista avsändningsland oavsett dess ursprung (Naturvårdsverket 2010). Kina och Ryssland står för cirka 5% av Sveriges import vardera (CIA 2011) och en betydande del av Sveriges externa vattenfotavtryck uppstår i Indien (Naturvårdsverket 2010). Som denna studie kan konstatera har produktion av dessa varor sannolikt gett upphov till utsläpp av växthusgaser i dessa länder samt orsakat ökad press på landets vattenresurser genom ökat uttag och förorening av vatten. Värdet på de varor som Sverige importerar utgjorde cirka 43% av landets BNP medan exporterade varor utgjorde ett värde på 51% av BNP (Naturvårdsverket 2010). Sverige har betydligt effektivare resursanvändning och mindre kolintensiv energiproduktion jämfört med flera av importländerna, vilket troligen är en huvudledning till de stora skillnaderna i Sveriges produktionsbaserade och konsumtionsbaserade miljöpåverkan. Liknande mönster som för Sverige har setts i andra utvecklade länder. Enligt Nakano et al. 2009 är de flesta utvecklade länder nettoimportörer av koldioxid medan många utvecklingsländer är nettoexportörer av koldioxid. Det är samtidigt viktigt att poängtera att huvudorsaken till Sveriges stora fotavtryck i alla de tre kategorierna beror på invånarnas livsstil som är mer resursintensiv jämfört med framförallt i Indien och Kina. Energianvändningen per capita är betydligt större och fler varor och tjänster konsumeras. Flera viktiga konsumtionsvaror är resursintensiva på så sätt att de tar stora mängder vatten och mark i anspråk samt ger upphov till utsläpp av växthusgaser så som kött, bomull, elektronik och kaffe.

## 6. Diskussion och slutsats

Jämförelse mellan produktionsbaserad och konsumtionsbaserad miljöpåverkan visar på varierande resultat i de olika miljöpåverkanskategorierna för de studerade länderna. För Kina och Ryssland som exporterar mycket industriella produkter och råmaterial är de produktionsbaserade utsläppen av växthusgaser betydligt större än de konsumtionsbaserade. Även den produktionsbaserade vattenanvändningen är större än den konsumtionsbaserade då industriell produktion ger upphov till stora mängder förorenat vatten. För Indien, med stor export av jordbruksprodukter har internationell handel istället störst betydelse för landets färskvattenanvändning. Då Indien bevattnar stora delar av sin åkermark resulterar export av vattenintensiva produkter att landets totala vattenuttag ökar. Sveriges konsumtionsbaserade miljöpåverkan per capita är relativt stor i alla de tre kategorierna. Sverige importerar mycket produkter från andra länder, vilket medför att en stor andel av Sveriges kolfotavtryck, vattenfotavtryck och ekologiska fotavtryck uppstår utanför landets gränser.

Det finns för- och nackdelar med att studera länders miljöpåverkan utifrån ett produktionsbaserat respektive konsumtionsbaserat perspektiv. Ett lands produktionsbaserade miljöpåverkan är mycket viktig att följa och utvärdera framförallt eftersom beslut som rör aktiviteter inom landet tas av de enskilda länderna. Nationella beslutande organ kan med lagstiftning och vägledning främja olika aktiviteter och industrier inom landet vilket har följder för den produktionsbaserade miljöpåverkan. Av samma anledning är det många gånger fördelaktigt att utgå ifrån produktionsbaserade utsläpp vid internationella förhandlingar. Det finns studier bland annat utav Nakano et al. 2009 och Peters et al. 2011 som tyder på att ökade utsläpp i utvecklingsländer delvis beror på ökad export av varor till industrialiserade länder. Statistik över produktionsbaserad miljöpåverkan ger inte information om huruvida sådan förflyttning av miljöpåverkan sker.

Den framträdande negativa aspekten med konsumtionsbaserad miljöpåverkan är att det ställer krav på god tillgång till statistik. Idag utgår konsumtionsberäkningar vanligen från nationell statistik över miljöpåverkan. Kvaliteten på statistiken kan variera kraftigt beroende på hur väl ett land följer upp miljöpåverkan. Export av varor från ett land med relativt låga koldioxidutsläpp från industriell produktion exempelvis Sverige kan resultera i mindre totala utsläpp jämfört med om varorna producerats i importlandet. Om export av varor resulterar i en sådan utsläppsminskning framgår det inte i det konsumtionsbaserade perspektivet. Miljöpåverkan sett ur båda perspektiven bör därför ingå vid en bedömning av ett lands totala miljöpåverkan.

I miljöpåverkanskategorin utsläpp av växthusgaser är nationell statistik jämförbar med koldioxid- och kolfotavtryck för motsvarande växthusgaser. Jämförelse mellan produktionsbaserade utsläpp och konsumtionsbaserade utsläpp kan ge viktig information för klimatarbete på nationell såväl som på internationell nivå. Nationellt kan det ge information om orsaker till utsläppsökning respektive utsläppsminskning över tid. Det kan även användas vid beslut om vilken typ av industri som ska främjas i ett land. Ett land med svårigheter att tillgodose inhemsk efterfrågan på energi utan att skapa allvarliga lokala och globala miljöproblem bör ifrågasätta export av energiintensiva produkter. Om utsläpp av växthusgaser från ett land stabiliseras eller minskar samtidigt som landets konsumtionsbaserade växthusgasutsläpp ökar finns det anledning att undersöka om det sker en förflyttning av utsläpp genom ökad import. För att minska de globala utsläppen av växthusgaser är det viktigt att internationella klimatförhandlingar resulterar i avtal med rättvis ansvarsfördelning av utsläppsreducering. Information om konsumtionsbaserade utsläpp kan användas för att identifiera orsaker och samband till utsläppen. Statistik över det överskott av växthusgaser som uppstår på grund av internationell handel kan användas som ett medel för att stimulera överföring av energieffektiv teknik mellan utvecklade länder och utvecklingsländer.



Ländernas totala vattenfotavtryck kan inte direkt jämföras med nationella vattenuttag då statistik över nationell vattenanvändning inte inkluderar grönt vatten. Då mer än hälften av världens matproduktion produceras med grönt vatten hade nationell statistik över användning av grönt vatten kompletterat jämförelsen. Att inkludera grönt vatten är relevant då det är en viktig komponent i det virtuella vatten som ingår i internationell handel med grödor. Jämförelse mellan ländernas fotavtryck av grått och blått vatten med nationellt vattenuttag ger information om skillnader i vattenanvändning som uppstår på grund av handel med jordbruksprodukter som har bevattnats samt industriella varor som under produktion gett upphov till förorenat vatten. För länder med små vattenresurstillgångar kan vattenfotavtrycket utnyttjas för att identifiera hur dessa resurser kan användas på bästa sätt. Ett land med bristande vattentillgångar bör ifrågasätta export av vattenintensiva produkter. Länderna kan även genom att importera vattenintensiva produkter minska trycket på inhemska vattenresurser. Nationer med stora externa vattenfotavtryck trots rika inhemska vattentillgångar så som Sverige bör främja produktion och konsumtion av inhemska vattenintensiva varor för att minska den press som landets konsumtion sätter på andra länders vattentillgångar. En klart negativ aspekt med vattenfotavtrycket är att effekterna av vattenanvändningen inte inkluderas. Om en vattenintensiv vara produceras i ett land med stora färskvattentillgångar har det inte samma miljöpåverkan som om varan produceras i ett land med begränsade resurser.

Markanvändningen i ett land är inte direkt jämförbar varken med landets ekologiska fotavtryck eller biokapacitet. Förändring i markanvändning i kombination med det ekologiska fotavtrycket kan användas för att undersöka om ett land genom handel minskar trycket på inhemska resurser genom import av varor och därmed ökar trycket på externa resurser. En utveckling av det ekologiska fotavtrycket är att undersöka vilken påverkan de ekologiska fotavtrycken har i produktionslandet. Att inkludera koldioxidutsläpp beräknat som en areaenhet men att exkludera miljöpåverkan från andra utsläpp och avfall kan ifrågasättas. Länder med liten biokapacitet får på grund av koldioxidutsläpp ofta stora ekologiska underskott, vilket kan vara missvisande. I denna studie hade statistik över markanvändning från konsumtion i total area underlättat jämförelsen istället för det ekologiska fotavtrycket.

Beräkningar av nationers koldioxid- och kolfotavtryck samt vattenfotavtryck ger tydliga och jämförbara resultat vilket huvudsakligen beror på att ett begränsat antal komponenter ingår i beräkningarna. Resultatet anges till skillnad från det ekologiska fotavtrycket i total mängd istället för yta. Det ekologiska fotavtrycket syftar till att beräkna miljöpåverkan från en rad olika mänskliga aktiviteter såväl uttag av resurser som utsläpp av koldioxid. Det faktum att påverkan från alla olika aktiviteter anges i en för världen genomsnittlig produktiv yta innebär att generaliseringar och förenklingar i beräkningarna har varit oundvikliga. Förbättrad tillförlitlighet av alla de tre fotavtrycken ligger till stor del i bättre tillgång till kvalitativ statistik över handel och miljöpåverkan från olika sektorer. Trots de osäkerheter som är förknippade med de konsumtionsbaserade beräkningarna kan man i fallet med koldioxidfotavtrycken se att olika studier visar på liknande resultat. En vidareutveckling av fotavtrycken är att inkludera fler aspekter så som utsläpp av kemikalier för att skapa en mer utförlig bild över vilken press mänskliga aktiviteter sätter på jordens system.

Handeln med varor och tjänster gynnar ekonomisk tillväxt och utveckling i länder samtidigt som vissa varor produceras fördelaktigt i olika regioner på grund av klimat och vattentillgångar etc. Att begränsa den globala handeln är sannolikt inte en realistisk metod att minska den globala miljöpåverkan. Miljöpåverkan från konsumtion bör däremot få ett större utrymme för att åtgärder för att minska dess påverkan ska kunna vidtas. Globalt kommer tillgång till naturresurser bli mer begränsad och länders biokapacitet kommer sannolikt att få allt större inflytande på ett lands

ekonomi. Nationers beroende av varandra för tillgång till naturresurser kommer öka vilket gör det viktigt att se på hållbar utveckling ur ett globalt perspektiv. Med den växande globala handeln ökar vikten av att inkludera miljöpåverkan från handel i framtida miljökonventioner och andra internationella sammanhang. Denna tendens går att se inom bland annat FN och EU. På nationell nivå bör konsumtionsbaserad miljöpåverkan beaktas för att åtgärder för att minska ett lands totala påverkan ska vara effektiva. Det kan utifrån denna studie konstateras att för att skapa en fullständig bedömning av nationers totala miljöpåverkan bör statistik över miljöpåverkan från konsumtion inkluderas, särskilt för länder med mycket internationell handel.

## Referenser

Agenda 21 1992. United Nations Conference on Environment and Development Rio de Janeiro, Brazil. Hämtad 2011-10-02 från:

<http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/english/Agenda21.pdf>

Brolinson, A., Sörme, L., Palm, V., Tukker, A., Hertwich, E., Wadeskog, A., (2010) Method to assess global environmental impacts from Swedish consumption-Synthesis report of methods, studies, performed and future development. Naturvårdsverket Report 6395

CFN; Carbon Footprints of Nations (2011), Norwegian University of Science and Technology. Hämtad 2011-11-20 från: [http://carbonfootprintofnations.com/content/emissions\\_worldwide/](http://carbonfootprintofnations.com/content/emissions_worldwide/)

CDIAC - Carbon Dioxide Information Analysis Center. Hämtad (2011-10-04) från: [http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/meth\\_reg.html](http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/meth_reg.html).

CIA (2011)-The World Factbook. Hämtad (2011-12-18) från: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>

Chapagain, A.K., Hoekstra, A. Y., Savenije, H. H. G., Gautam, R., (2006) The water footprint of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water in the cotton producing countries. *Ecological Economics* 60 (2006) 186-203

EC; European Commission (2011). Hämtad 2011-11-15 från: <http://ec.europa.eu/environment/eussd/>

ESTL; Earth System Research Laboratory, Global Monitoring Division. Hämtad (2011-12-21) från: <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>

European Commission, Sustainable Development (2011) Hämtad (2011-12-12) från: <http://ec.europa.eu/environment/eussd/>

Ewing, B., Moore, D., Goldfinger, S., Oursler, S., Reed, A., Wackernagel, M., 2010. *The Ecological Footprint Atlas 2010*. Oakland: Global Footprint Network. Hämtad 2011-11-10 från: [http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/ecological\\_footprint\\_atlas\\_2010](http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/ecological_footprint_atlas_2010)

Falkenmark, M. (2012), *Water and Sustainability: A Reappraisal*. Hämtad 2012-01-18 från: <http://www.environmentmagazine.org/bin/z/p/Falkenmark-F1.jpg>

FAO (2012) *Aquastat. Countries, regions transboundary river basins*. Hämtad (2012-01-06) från: [http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries\\_regions/index.stm](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/index.stm)

FAO (2011a)- *Aquastat. Database query*. Hämtad (2011-10-24) från: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html>

FAO (2011b)-*ResourcesSTAT, Land*, Hämtad (2011-10-18) från <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=377&lang=en#ancor>

GFN; Global Footprint Network (2011). *Footprints Basics-Overview*. Hämtad 2011-11-02 från: [http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/footprint\\_basics\\_overview/](http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/footprint_basics_overview/)

Galli, A., Wiedmann, T., Ercin, E., Knoblauch, D., Ewing, B., Giljum, S., (2011). Integrating Ecological, Carbon and Water footprint into a "Footprint Family" of indicators: Definition and role in tracking human pressure on the planet. *Ecol. Indicat.* (2011), doi: 10.1016/j.ecolind.2011.06.017.

GFN och GII; Global Footprint Network och Confederation of Indian Industry, 2008. India's ecological footprint , a business perspective. Published by Confederation of Indian Industry, CII – Sohrabji Godrej Green Business Centre, Survey No 64, Kothaguda post, Near Hitech City, R.R. Dist, Hyderabad – 500032

The Guardian (2012). Hämtad (2012-01-13) från:  
<http://www.guardian.co.uk/environment/2010/sep/23/china-great-green-wall-climate>

Hertwich, E., Peters, G. P. (2009), Carbon Footprint of Nations: A Global, Trade-Linked Analysis. *Environ. Sci. Technol.* 2009, 43, 6414-6420.

Hoekstra, A.Y., Hung, P.Q., Virtual water trade. A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. Research Report Series No.11. IHE Delft.

IEA: International Energy Agency (2011). Hämtad (2011-10-06) från:  
<http://www.iea.org/stats/prodresult.asp?PRODUCT=Balances>

IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Kitzes, J., Buchan, S., Galli, A., Ewing, B., Shengkui, C., Gaodi, X., Shuyan, C., (2008) CCICED-WWF, Report on Ecological Footprint in China. Hämtad 2011-11-28 från:  
[http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/gfn/page/national\\_assessments/](http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/gfn/page/national_assessments/)

Lewis, J. I., Gallagher K., S., Energy and Environment in China: Achievements and Enduring Challenges. I Axelrod, R., VanDeveer, S. D., Downie, L. D., The Global Environment- Institutions, law and policy (3<sup>rd</sup> ed.) Washington CQ Press. pp. 259.

Lin, L., Gaodi, X., Shuyan, G., Zhihai, L., Humphrey, S., Shengkui, C., Liqiang, G., Haiying, L., Ewing, B., China Ecological Footprint, Report 2010. Biokapacity, cities and development. WWF Beijing China.

Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. (2011) National water footprint accounts: the green, blue and grey water footprint of production and consumption, Value of Water Research Report Series No. 50, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.

Miljömålsportalen (2011) Hämtad (2011-12-13) från: <http://miljomal.nu/Miljomalsradets-arbetswebb/Global-meny/Miljomalsportalen/>

MDG: Millennium Development Goals Indicators-The official United Nation site for the MDG Indicators. (Hämtad 2011-10-11) från: <http://unstats.un.org/unsd/mdg/Data.aspx>

The Marrakech Process (2011). Hämtad (2011-12-12) från: <http://esa.un.org/marrakechprocess/>

Nakano, S., Okamura, A., Sakurai, N., Suzuki, M., Tojo, Y., Yamano, N., (2009) The measurement of CO2 embodiment in international trade: Evidence from the harmonised input-Output and bilateral trade database. DSTI/DOC(2009)3.

Naturvårdsverket 2010. Den svenska konsumtionens globala miljöpåverkan. ISSN 1654-4641

Naturvårdsverket (2011). Sveriges åtagande enligt Kyotoprotokollet. Hämtad (2011-12-08) från: <http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Klimat/Klimatpolitik/Sveriges-klimatpolitik/Sveriges-klimatmal/Sveriges-atagande-enligt-Kyotoprotokollet/>

Perelet, P., Pegov, S., Yulkin, M., (2007) Human Development Report 2007/2008. Climate Change. Russia Country paper. UNPD. Hämtad (2012-01-06) från: [http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2007-8/papers/Perelet\\_Renat\\_Pegov\\_Yulkin.pdf](http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2007-8/papers/Perelet_Renat_Pegov_Yulkin.pdf)

Peters, G., Hertwich, E., G., (2008) Trading Kyoto. Nature reports climate change. Vol 2. Hämtad (2011-11-08) från: <http://www.nature.com/climate/2008/0804/full/climate.2008.25.html>

Peters, G., Minx, J., Weber, C. L., Edenhofer, O., (2011) Growth in emission transfer via international trade from 1990 to 2008. Edited by William C. Clark, Harvard University, Cambridge, MA

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F.S., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., De Wit, C.A., Hughes, T., Van Der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., Foley, J., 2009. Planetary Boundaries: Exploring the safe Operating Space for Humanity. Ecology and Society 14(2): 32. Hämtad från: <http://www.stockholmresilience.org/download/18.8615c78125078c8d3380002197/ES-2009-3180.pdf> (2011-09-26)

Savenije, H., (1998). How do we feed a growing world population in a situation of water scarcity. Presented at the Stockholm Water Symposium 1998. Hämtad (2011-12-29) från: [http://webworld.unesco.org/water/wwap/pccp/cd/pdf/educational\\_tools/course\\_modules/reference\\_documents/water/howdowefeedagrowingworldpopulation.pdf](http://webworld.unesco.org/water/wwap/pccp/cd/pdf/educational_tools/course_modules/reference_documents/water/howdowefeedagrowingworldpopulation.pdf).

SMHI (2012). Nederbörd. Hämtad (2012-01-20) från: <http://www.smhi.se/klimatanpassningsportalen/klimatet-forandras/klimatvariabler/nederbord-1.5902>

EEA, 2011. The European Environment - state and outlook 2010: assessment of global megatrends, European Environmental Agency, Copenhagen.

Tellis, A., J., Kuo, M., Marble, A., Asia's Water Security Crisis: China, India and the United States, i Challenges and choices, strategic Asia 2008-09. The National Bureau of Asian Research, Washington. p. 366.

Trafikverket 2012, Transportsektorns utsläpp. Hämtad 2012-01-20 från: <http://www.trafikverket.se/Privat/Miljo-och-halsa/Klimat/Transportsektorns-utslapp/>

UN (2011). International decade for Action, Water for Life, 2005-2015. Hämtad (2011-12-28) från:

<http://www.un.org/waterforlifedecade/scarcity.shtml>

UN (2012). Composition of macro geographical (continental) regions, geographical sub-regions, and selected economies and other groupings. Hämtad (2012-01-12) från:  
<http://unstats.un.org/unsd/methods/m49/m49regin.htm#developed>

UN DESA (2011a) Division for Sustainable Development. Hämtad (2011-12-12) från:  
[http://www.un.org/esa/dsd/dsd\\_aofw\\_scpp/scpp\\_tenyearframprog.shtml](http://www.un.org/esa/dsd/dsd_aofw_scpp/scpp_tenyearframprog.shtml)

UN DESA (2011b)- Population Division, Population Estimates and Projections Sections. Hämtad (2011-10-04) från <http://esa.un.org/unpd/wpp/unpp/p2k0data.asp>

UNDP 2012. Environment and energy. Hämtad (2012-01-10) från:  
[http://www.undp.org.in/whatwedo/environment\\_and\\_energy](http://www.undp.org.in/whatwedo/environment_and_energy)

UNDP (2011a) UN Development Program. Russian Federation-About the country. Hämtad (2011-12-17) från: <http://www.undp.ru/index.php?iso=RU&lid=1&pid=38>

UNDP (2011b) Human Development Index value. Hämtad (2011-12-06) från:  
<http://hdrstats.undp.org/en/countries/profiles/RUS.html>

UNEP- Regional Seas. Hämtad (2011-12-18) från:  
<http://www.unep.org/regionalseas/programmes/nonunep/blacksea/default.asp>

UNFCCC (2011a). Status of Ratification of the Convention. Hämtad 2011-09-25 från:  
[http://unfccc.int/essential\\_background/convention/status\\_of\\_ratification/items/2631.php](http://unfccc.int/essential_background/convention/status_of_ratification/items/2631.php)

UNFCCC (2011b) Kyoto Protocol. Hämtad 2011-09-29 från:  
[http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/3145.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/3145.php)

UNFCCC (2011c). List of Non-Annex I Parties to the Convention. Hämtad 2011-09-29 från:  
[http://unfccc.int/parties\\_and\\_observers/parties/non\\_annex\\_i/items/2833.php](http://unfccc.int/parties_and_observers/parties/non_annex_i/items/2833.php)

UNFCCC (2012). Emissions from fuel used for international aviation and maritime transport (international bunkers fuels). Hämtad 2012-01-10 från:  
[http://unfccc.int/methods\\_and\\_science/emissions\\_from\\_intl\\_transport/items/1057.php](http://unfccc.int/methods_and_science/emissions_from_intl_transport/items/1057.php)

UNSD (2011a)-Environmental Indicators, Inland Water Resources, wastewater. Hämtad (2011-10-25) från: <http://unstats.un.org/unsd/environment/wastewater.htm>.

UNSD (2011b)- Social Indicators. Hämtad (2011-10-04) från:  
<http://unstats.un.org/unsd/demographic/products/socind/population.htm#tech>

VanDeveer, S. D., Consumption, Commodity Chains, and the Global Environment. I Axelrod, R., VanDeveer, S. D., Downie, L. D., The Global Environment- Institutions, law and policy (3<sup>rd</sup> ed.) Washington CQ Press. pp. 95.

Wackernagel, M., Onisto, L., Linares, A., C., Falfán, I., S., L., García, J., M., Guerrero, A., I., S., Guerrero, M., G., S., (1997) Ecological Footprints of Nations- How much nature do they use? How much nature do they have?. Centro de Estudios para la Sustentabilidad. Universidad Anáhuac de

Xalapa. Mexico.

Waterfootprint Network (2012). Product water footprint. Hämtad 2012-01-21 från:  
<http://www.waterfootprint.org/?page=files/home>

WWAP (2009); World Water Assessment Programme. The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World. Paris: UNESCO, and London: Earthscan.

The World Bank (2011a)- Data, environment. Hämtad (2011-10-06) från:  
<http://data.worldbank.org/topic/environment>

World Bank (2011b). Hämtad 2012-01-19. <http://data.worldbank.org/about/country-classifications/country-and-lending-groups>

The World Bank (2011c). World Development Indicators 2011. Hämtad (2011-10-05) från:  
<http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>







**LUNDS UNIVERSITET**  
Lunds Tekniska Högskola