

Miljöpåverkan från svensk konsumtion – nya indikatorer för uppföljning

Slutrapport för forskningsprojektet PRINCE

NANCY STEINBACH, VIVEKA PALM, CHRISTEL CEDERBERG,
GÖRAN FINNVEDEN, LINN PERSSON, MARTIN PERSSON, MÅRTEN BERGLUND,
IDA BJÖRK, ELÉONORE FAURÉ, CASPAR TRIMMER

RAPPORT 6842 • OKTOBER 2018



Miljöpåverkan från svensk konsumtion - nya indikatorer för uppföljning

Slutrapport för forskningsprojektet PRINCE

Författare Nancy Steinbach, Viveka Palm, Christel
Cederberg, Göran Finnveden, Linn Persson, Martin
Persson, Mårten Berglund, Ida Björk, Eléonore Fauré,
Caspar Trimmer

NATURVÅRDSVERKET

Beställningar

Ordertel: 08-505 933 40

E-post: natur@cm.se

Postadress: Arkitektkopia AB, Box 110 93, 161 11 Bromma

Internet: www.naturvardsverket.se/publikationer

Naturvårdsverket

Tel: 010-698 10 00 Fax: 010-698 16 00

E-post: registrator@naturvardsverket.se

Postadress: Naturvårdsverket, 106 48 Stockholm

Internet: www.naturvardsverket.se

ISBN 978-91-620-6842-4

ISSN 0282-7298

© Naturvårdsverket 2018

Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma 2018

Omslag: IADO Michoko / Pixabay (bensinpumpar), Caspar Trimmer
(kor och hus), tookapic / Pixabay (makrill), Jarmoluk / Pixabay (kläder)

Förord

Den här rapporten har producerats inom forskningsprogrammet PRINCE – *Policy Relevant Indicators for Consumption and Environment* (www.prince-project.se).

PRINCE startade 2014 inom ramen för Naturvårdsverkets och Havs- och vattenmyndighetens utlysning ”Svensk konsumtions miljöpåverkan” och har finansierats av Naturvårdsverket, 1:5 Miljöforskningsanslaget (den fullständiga utlysningstexten finns i bilaga 1). PRINCE inkluderar sju organisationer från Sverige, Norge, Storbritannien och Nederländerna. Bland deltagarna finns:

- Statistiska centralbyrån, SCB: adjungerad professor Viveka Palm (projektledare), nationalekonom Anders Wadeskog, civilingenjör Mårten Berglund, PhD Louise Sörme, nationalekonom Ida Björk och statistiker Nancy Steinbach.
- Kungliga Tekniska Högskolan, KTH: Professor Göran Finnveden och doktorand Eléonore Fauré.
- Chalmers Tekniska Högskola: biträdande professor Christel Cederberg, docent Martin Persson; docent Rickard Arvidsson och docent Fredrik Hadenius.
- Stockholm Environment Institute, SEI: PhD Linn Persson, kommunikatör Caspar Trimmer, doktorand Elena Dawkins, PhD Javier Godar, PhD Chris West och Research associate Simon Croft.
- NTNU i Norge: Professor Richard Wood, doktorand Sarah Schmidt och Post Doc Dan Moran.
- TNO i Nederländerna: forskare Tatyana Bulavskaya, PhD Hettie Boonman och forskare Jinxue Hu.
- CML i Nederländerna: professor Arnold Tukker, doktorand Bertram de Boer och docent Joao Rodrigues.

Vid samtliga institutioner har ytterligare personer bidragit.

Medlemmarna i forskningsprojektet är verksamma inom akademien eller offentlig förvaltning och har tillfört sin specialistkompetens. En grundläggande förutsättning för resultatet av PRINCE har varit att sammanföra den institutionella statistikens framställning med forskares specialkompetens kopplat till de olika modeller, sektorer, miljöpåverkantyper och naturresursområden som har ingått. Mötet mellan olika kompetenser har varit en intern drivkraft och bidragit till ett lärande för projektet. Den här rapporten har skrivits på svenska och författarna tillhör därför den svenska delen av projektet. De övriga har getts möjlighet att kommentera den engelska sammanfattningen.

Till PRINCE har en referensgrupp varit kopplad, bestående av representanter för olika myndigheter och organisationer. Följande organisationer har ingått i referensgruppen under delar av eller hela programtiden: Naturvårdsverket, Havs- och Vattenmyndigheten, Energimyndigheten, Kemikalieinspektionen, Livsmedelsverket, Länsstyrelsen i Stockholm, Länsstyrelsen på Gotland, RUS (Regional Utveckling och Samverkan i miljömålssystemet), Västra Götalandsregionen, Svensk Handel, Konsumentverket och Skogsindustrierna. För lista över referensgruppens deltagare se bilaga 4.

Till projektet har även en grupp knutits med representanter från Naturvårdsverket och Havs- och vattenmyndigheten som också deltagit i specifika ämnesseminarier. Stort tack till Anita Lundström, Annica Carlsson, Johanna Andreasson, Martin Gustafsson och Gabriella Carlsson med kollegor.

Författarna ansvarar för innehållet i rapporten.

Stockholm 17 oktober 2018

Innehåll

FÖRORD	1
SAMMANFATTNING	7
SUMMARY	10
1 INLEDNING	13
1.1 Generationsmålet och dess uppföljning	14
1.2 PRINCE arbetspaket	15
1.3 En konceptuell indikatormodell - DPSIR	17
2 INDIKATORER OCH DERAS POLICYRELEVANS	19
2.1 Statistik och tillförlitliga resultat	19
2.2 Makroindikatorer	20
3 RAMVERKET FÖR PRINCE	23
3.1 National- och miljöräkenskaper som dataunderlag	23
3.2 Input-output	24
3.3 Vägen fram till ett förslag till ny modell	27
4 EN SVENSK HYBRIDMODELL	32
4.1 Hur kan beräkningarna av miljöpåverkan från svensk konsumtion förbättras?	32
4.2 Att kombinera statistik och globala modeller	32
4.3 De statistiska kvalitetsaspekterna	34
5 LUFTFÖRORENINGAR OCH VÄXTHUSGASER	38
5.1 Datakällor och metod	38
5.2 Diskussion och resultat	38
5.3 Var sker utsläpp av växthusgaser, kväve- och svaveloxider och partiklar	42
5.4 Produkters påverkan på luft och klimat	43
6 NATURRESURSER	46
6.1 Datakällor och metod	46
6.2 Diskussion och resultat	46
6.3 Var sker användning av mark, material och vatten	49
7 MILJÖPÅVERKAN FRÅN KONSUMTION AV MAT OCH DRYCK	52
7.1 Datakällor och metod	52
7.2 Diskussion och resultat	53

8	KEMI KALIER	58
8.1	Datakällor och metod	59
8.2	Diskussion och resultat	60
9	RESULTAT OCH REKOMMENDATIONER FÖR FORTSATT ARBETE	62
	BILAGA 1 UTLYSNINGSTEXT	66
	BILAGA 2 LISTA PÅ INDIKATORER	70
	BILAGA 3 SVENSK NÄRINGSGRENSINDELNING	73
	BILAGA 4 REFERENSGRUPP	75
	KÄLLFÖRTECKNING OCH PUBLIKATIONER FRÅN PRINCE	76

Figurer, tabeller och faktarutor

Figur 1.1 PRINCE arbetsmodell. Arbetspaketen har inriktat sig på att fördjupa kunskapen inom de olika delarna som visas i figuren.	16
Figur 1.2 DPSIR-modellen	17
Figur 3.1 Schematisk bild av vad en input-outputtabell innebär och hur det kan användas för att beräkna den indirekta miljöpåverkan i produktionskedjan från slutlig konsumtion	25
Figur 3.2 Modell för konsumtionsbaserade input-outputtabeller	26
Figur 3.3 Jämförelse av Sveriges koldioxidutsläpp från förbränning av fossila bränslen 2005–2012 – konsumtionsbaserat	29
Tabell 3.1 Jämförelse av koldioxidutsläpp från förbränning av fossila bränslen – konsumtionsbaserat – de största bidragande regionerna	30
Figur 3.4 Ursprungsländer för materialavtryck från svensk konsumtion, 2009	31
Figur 4.1 Schematisk bild av den hybridmodell som tagits fram i PRINCE-projektet över den svenska konsumtionsbaserade miljöpåverkan i Sverige och utomlands	35
Figur 4.2 Verksamhetsstöd för statistikframställning	36
Tabell 5.1 Utsläpp från konsumtion per komponent och per capita, år 2014	39
Figur 5.1 Utveckling av utsläpp till luft och förädlingsvärde per användare, mellan 2008 och 2014	39
Figur 5.2 Andel utsläpp från efterfrågan till luft och klimat från utsläpp i Sverige och import för konsumtion, vartannat år mellan 2008 och 2014	40
Figur 5.3 Förändringar i intensitet, Kiloton växthusgaser per miljon kronor förädlingsvärde 2008–2014	41

Figur 5.4 Utsläpp från svensk konsumtion i Sverige och utomlands, växthusgaser, svaveldioxid, kvävedioxid och partiklar (PM2,5), 2014	41
Figur 5.5 Utsläpp från svensk konsumtion – de tio största länderna eller regionerna, exklusive Sverige, växthusgaser, 2014	42
Figur 5.6 Utsläpp från svensk konsumtion – de tio största länderna eller regionerna, exklusive Sverige, svaveldioxid, kvävedioxid och partiklar (PM2,5), 2014	43
Figur 5.7 Påverkansindikatorer, växthusgaser, svaveldioxid, kväveoxider och partiklar samt förädlingsvärde (en drivkraftsindikator) från svensk konsumtion per område år 2014. Andel av total konsumtion i Sverige. Här ingår inte de klimatgasutsläpp från avskogning som tas upp i kapitel 7.	44
Faktaruta 1. Utsläpp från internationella transporter	45
Tabell 6.1 Användning av naturresurser för konsumtion per komponent, och per capita, 2014	47
Figur 6.1 Andel efterfrågan på naturresurser från inhemsk produktion och import för konsumtion, varannat år, 2008–2014	47
Faktaruta 2. Vattenanvändning i torra områden	48
Figur 6.2 Utveckling av markanvändning och materialflöden per användare mellan 2008 och 2014	48
Figur 6.3 Användning av naturresurser kopplat till svensk konsumtion, 2014	49
Figur 6.4 De fem länder där svensk konsumtion påverkar mest	50
Faktaruta 3. Socioekonomiska resurser i Kina	51
Faktaruta 4. IKT – sektorns materialanvändning, utsläpp och sysselsättning.	51
Tabell 7.1 Indikatorer som har utvecklats i PRINCE för att mäta påverkan av svensk matkonsumtion	53
Figur 7.1 Fördelning av svensk matkonsumtionens pesticidfotavtryck år 2013 på världens regioner	54
Figur 7.2 Markanvändning (x 1000 hektar) av svensk matkonsumtion år 2011 på världens regioner	55
Faktaruta 4. Koldioxidutsläpp från avskogning	56
Faktaruta 5. Konsumtion av vildfångad fisk	57
Tabell 8.1 Indikatorerna med respektive källa	59
Figur 8.1 Andel av användning, potentiell påverkan och utsläpp från svensk konsumtion, i Sverige och utomlands	61
Figur 9.1 Utsläpp av växthusgaser från svensk inhemsk konsumtion fördelat på utsläpp i Sverige, övriga EU +Norge och Schweiz samt övriga världen. Ton växthusgasekvivalenter	64

Sammanfattning

Projektet *Policy Relevant Indicators for Consumption and Environment* (PRINCE) har haft som syfte att analysera potentiell miljöpåverkan kopplad till svensk konsumtion, både i Sverige och utomlands, och att kvantifiera denna med indikatorer.

För att kunna producera de föreslagna indikatorerna har projektet utvecklat en ny matematisk metod för att kombinera svenska miljöekonomiska data med en multiregional input-outputmodell, som är relativt lättarbetad och bevarar en flexibilitet som möjliggör ett byte till andra multiregionala modeller om så önskas. Baserat på detta har projektet konstruerat en ny indikatormodell, kallad PRINCE-modellen, och uppskattat en lång rad utsläpp och resursanvändning kopplat till svensk konsumtion med den. Detta inkluderar förutom växthusgasutsläpp och luftföroreningar, en rad naturresurser och utsläpp som tidigare inte har studerats lika mycket, såsom markanvändning, vattenanvändning, användning och utsläpp av kemikalier och växthusgasutsläpp från avskogning.

För vissa variabler har projektet tagit fram indikatorer för ett visst år, och för vissa andra har vi producerat tidsserier för åren 2008-2014. För växthusgaser, utsläpp av kväveoxider, svaveldioxid och partiklar har utsläppen från svensk konsumtion minskat under denna tid. Även arealen mark som tagits i anspråk kopplat till den svenska konsumtionen har minskat något under denna tid, medan totala materialflöden ökat. Under denna tidsperiod har förädlingsvärdet, som är ett mått på ekonomisk aktivitet, ökat vilket visar på en absolut frikoppling mellan ekonomisk utveckling och utsläpp av växthusgaser (med reservation för att inga höghöjdseffekter av utsläpp från flyg har ingått i denna studie). Utsläppsminskningen är dock betydligt mindre än den som krävs för att vara i linje med globala överenskommelser om klimatet så frikopplingen har inte varit tillräckligt stor.

Det svenska generationsmålet anger bland annat att de svenska miljöproblemen ska lösas utan att orsaka ökade miljö- och hälsoproblem utanför Sverige. För de indikatorer där en tidsserie producerats (växthusgaser, utsläpp av kväveoxider, svaveldioxid och partiklar) har andelen av utsläppen som sker i Sverige respektive utomlands kopplat till den svenska konsumtionen varit relativt oförändrad under den studerade tidsperioden. Då de totala utsläppen minskat så har även utsläppen som skett utomlands under perioden minskat något.

Projektet har med indikatorernas hjälp studerat vilka geografiska områden där miljöpåverkan från svensk konsumtion är störst och vilka produktkategorier som ger stort utslag i uppföljningen. Resultaten är något olika för olika typer av miljöpåverkan men produkter från byggsektorn, livsmedel och jordbruksprodukter, samt hushållens direkta utsläpp bland annat från fossila bränslen är kategorier med stor miljöpåverkan. Miljöpåverkan kopplat till svensk konsumtion sker i många olika länder. Förutom i Sverige sker utsläppen bland annat i stora länder som Kina, Ryssland, Tyskland och USA men också i många andra länder som Sverige importerar ifrån.

Projektet har också tagit fram en grupp med indikatorer som kan mäta kemikalieanvändningen och utsläpp på en övergripande nivå. De täcker både användning av farliga kemiska produkter och utsläpp av vissa farliga ämnen. Resultaten pekar bland annat på att både användning och utsläpp av farliga kemikalier i stor utsträckning sker utomlands. Till exempel sker endast 22% av användningen av farliga kemikalier och 20% av utsläppen av farliga ämnen, som ingår i indikatorn, för svensk konsumtions räkning inom Sveriges gränser. Kemikalieindikatorerna kräver ett visst fortsatt utvecklingsarbete, exempelvis med framtagande av tidsserier.

Vidare har projektet tagit fram nya förslag på hur man kan följa upp miljöpåverkan av fiskkonsumtion beroende på typ av fisk som konsumeras och vilken fångstmetod som använts. Även fiskindikatorerna kräver fortsatt arbete innan de kan läggas till ordinarie uppföljningsprogram.

Projektet har också undersökt metoder för att fördjupa analysen av miljöpåverkan av vattenanvändning i produktionen genom att urskilja vilka områden som har särskilda problem med vattenbrist. Detta är inte möjligt att göra med någon större precision i dagsläget. Två olika metoder provades inom projektet, en som använde vattenåtgång för jordbruksprodukter och en som använde data om vattenbrist per land.

Slutligen har specialstudier även gjorts av viktiga produktgrupper som mat och dryck, IKT-sektorn (informations- och kommunikationsteknik), fossilbränsleanvändningen i sjöfarten med två olika metoder, samt socioekonomisk påverkan av svensk konsumtion i Kina.

Baserat på resultaten har projektet genererat ett antal rekommendationer för hur arbetet med konsumtionsbaserade indikatorer kan drivas vidare:

- SCB ändrar den tidigare beräkningsmetoden för att beräkna utsläpp från konsumtion och använder de multiregionala data som finns tillgängliga i EXIOBASE för att beräkna miljöpåverkan från import.
- För utsläpp av växthusgaser samt för utsläpp till luft av kväveoxider, svaveldioxid och partiklar: generationsmålet följs upp med den utvecklade PRINCE-modellen som kombinerar svensk miljöekonomisk data med multiplikatorer som beräknas med en multiregional input-outputmodell.
- Det internationella arbetet med förbättrad tillgång till harmoniserad miljöstatistik stöttas.
- Arbetet med vidareutveckling av indikatorer för användning av naturresurser (som markanvändning och dess koppling till avskogning och biologisk mångfald, vattenanvändning, materialflöden och energi) fortsätter bland annat avseende kopplingen mellan dessa flöden och miljöpåverkan, de svenska miljömålen och de globala hållbarhetsmålen.

- Forsknings- och utvecklingsarbetet med kemikalieindikatorerna fortsätter och tidsserier tas fram för att så småningom kunna ta in dem i analysen av generationsmålet.
- Metoderna som föreslagits för att bedöma miljöpåverkan från fiskkonsumtion vidareutvecklas.
- Metoderna som föreslagits för att beräkna utsläpp från internationella transporter vidareutvecklas.

Summary

PRINCE (for Policy Relevant Indicators for Consumption and Environment) was a three-year project set up to explore ways to improve and expand the set of indicators used to estimate the environmental impacts linked to Swedish consumption, both within Sweden and abroad. Any new methods and indicators should be policy relevant and easily repeatable, drawing on credible, timely data.

PRINCE was particularly linked to follow-up of the Generational Goal, the overarching goal of Swedish environmental policy, which calls for the major environmental problems within Sweden to be solved within a generation, without causing increased environmental and health problems outside Sweden's borders.

The project consortium of research institutes led by Statistics Sweden developed a new methodology for combining Swedish environmental-economic data with an environmentally extended multiregional input-output (MRIO) model, EXIOBASE. This made it possible to estimate the environmental pressures resulting from producing goods and services consumed in Sweden, based on reliable economic data and "environmental extensions" to reflect the characteristics of productive industries in different parts of the world in a given year.

The MRIO and Swedish data were combined in a hybrid model, which the project used to investigate an unprecedented wide range of environmental pressures associated with Swedish consumption. In addition to greenhouse gas (GHG) emissions and air pollutants, PRINCE investigated pressures resulting from use of a number of natural resources (land use, blue water consumption, and an aggregate measure of materials use) as well as pressures not previously used to generate national-scale indicators, such as aggregate use of chemicals, and GHG emissions from deforestation coupled to consumption. For some pressures, it was possible to develop indicators that can be adopted into calculation of environmental pressure from consumption as part of the environmental accounts. Others were more experimental.

For many indicators, the project was able to generate a time-series of results for the period 2008–2014. These were chiefly for emissions to air often associated with – but not limited to – the use of fossil fuels, along with land use, blue water consumption and materials use.

These time-series revealed that emissions of GHGs, nitrogen oxides (NO_x), sulphur dioxide (SO₂) and particulate matter (PM2.5 and PM10) associated with Swedish consumption had all decreased during the period. The land area used to produce goods and services consumed in Sweden had also decreased somewhat, while total material flows (by weight) increased.

In order to understand how these changes in environmental pressures from consumption related to changes in the Swedish economy, they were compared with a time-series of value added – an indicator of economic activity – over the same period. This revealed that even as environmental pressures were decreasing, value added grew. This means that there was an absolute decoupling between economic development and several key environmental pressures from consumption during the time period. However, it is important to note that the decreases in GHG emissions were still far short of what would be needed to meet the Paris Agreement goal to keep global warming under 2 degrees.

While overall Swedish consumption-based emissions decreased in 2008–2014, the ratio between the shares occurring inside Sweden and abroad remained relatively stable. This suggests that developments have been in line with the Generational Goal.

The PRINCE team also studied how the environmental pressures associated with Swedish consumption are distributed among countries/regions, and among categories of products consumed in Sweden.

The results reveal somewhat different patterns for different environmental pressures. However, products from the construction and civil engineering sectors, food and other agricultural products, as well as households' direct use of fuels for heating and vehicles, feature prominently among the top “hotspot” product groups for a variety of emissions to air.

The geographic spread is also somewhat different for different pressures. While Sweden is the top country or region for most emissions and resource use results, other geographic hotspots vary depending on the environmental pressure and the quantities of specific product groups concerned.

A new set of environmental indicators explored by the project concern the use and emissions of hazardous chemicals. PRINCE developed novel data and methods capable of generating aggregate indicators. They cover both use of hazardous chemical products and emissions of hazardous chemicals. This work also produced data for two specific categories of hazardous chemicals associated with agricultural production: veterinary antimicrobials and pesticides.

The chemicals study produced preliminary results for one year, 2014, and revealed some opportunities and difficulties in obtaining data. The results indicate, among other things, that the use and emissions of hazardous chemicals associated with Swedish consumption largely take place abroad. Further analysis and development of these indicators is required.

Another PRINCE case study produced suggestions on how to monitor the consumption of fish so that it becomes clearer what kind of environmental impact may occur, depending on the type of fish and catch method. Further analysis is needed of how this can be developed.

The project also investigated how to deepen the analysis of water use by weighting water use results using an index of water scarcity. The results point to a need for more precise data than what is available; two different methods were tested.

A number of other special studies focused on key product groups such as food and beverages; the information and communications technology (ICT) sector; how to calculate emissions from international transportation with MRIO and for maritime shipping, using also a bottom up method to assess the import from Brazil; and socio-economic benefits of Swedish consumption in China.

Below are a number of suggestions for how to take forward the work on consumption-based indicators started under PRINCE.

- In calculating environmental pressures from consumption, Statistics Sweden should change its current method and start using a multiregional model such as EXIOBASE to calculate the environmental pressures from imports.
- The hybrid model developed by PRINCE should be used to follow up the Generational Goal. The data sources for GHGs, NO_x, SO₂ and particulate emissions are deemed mature enough to generate useful indicators.
- Sweden should support international efforts to achieve harmonized environmental statistics. An important observation during the work of PRINCE was the gaps in available data and statistics, including data on the use and release of chemicals, including use of pesticides in agriculture in developing countries.
- Work started by the project to develop indicators related to natural resources (such as land use and its connection to deforestation and loss of biodiversity, water use, material flows and energy) should continue, for example to make environmental impacts regarding the connections between these indicators and the Generational Goal and potentially for the Sustainable Development Goals.
- Research on and development of the chemical indicators should continue and time series be developed to eventually include them in follow-up of the Generational Goal.
- The methods proposed to assess the environmental impacts of fish consumption should be further developed.
- The methods proposed for calculating emissions from international transport should be further developed.

1 Inledning

Projektet Policy Relevant Indicators for Consumption and Environment (PRINCE) startade 2014 och har de svenska miljökvalitetsmålen, och i huvudsak då generationsmålet som utgångspunkt.

PRINCE har tagit fasta på utlysningens formuleringar om ett forskningsprogram om indikatorer som ska kunna användas som underlag i myndigheternas arbete med att utveckla strategier för en hållbar konsumtion och medverka till att generationsmålet kan nås. Ett syfte var också att utveckla en stabil och upprepningsbar metodik så att indikatorerna kan fortsätta följas upp.

De huvudsakliga miljöområden som PRINCE har analyserat är:

- Utsläpp till luft av betydelse för luftkvalitet och klimat
- Kemikalieanvändning
- Vatten- och markanvändning samt materialflöden

Dessutom har det gjorts specialstudier kring matens miljöpåverkan, miljöpåverkan från informations- och kommunikationsteknologi, om socioekonomiska effekter i Kina av svensk konsumtion, om metoder att bättre bedöma miljöpåverkan från konsumtion av fisk, om koldioxidutsläpp från avskogning i tropikerna och om metoder att mäta sjöfartens betydelse för växthusgaser.

Forskningsprogrammet har haft som mål att utveckla indikatorer som skulle kunna användas bland annat för att följa upp generationsmålet. Detta ska göras med hjälp av nationalräkenskapernas input-outputtabeller i kombination med miljöstatistik. Detta ska kunna leda till en del av en standardiserad och upprepbar statistikprodukt.

De två huvudsakliga forskningsfrågorna har varit följande:

- Vilken miljöpåverkan bidrar svensk konsumtion med, i Sverige och utomlands?
- Hur kan denna miljöpåverkan så korrekt som möjligt mätas konsistent och på policyrelevanta sätt?

I begreppet ”miljöpåverkan” innefattas utsläpp till luft och vatten samt användning av naturresurser och kemiska produkter.

Begreppet konsumtion utgår ifrån nationalräkenskapernas ”slutliga användning”. I slutlig användning mäts efterfrågan från hushåll, statlig sektor, hushållens ideella

organisationer¹, investeringar, lager och export (OECD, 2014). I PRINCE sorteras hushållens ideella organisationer under hushållens konsumtion, och lagerberäkningarna sorteras in tillsammans med investeringar. Investeringar innefattar produkter som har en längre livstid än ett år, som exempelvis vägar, sjukhus, vapensystem och byggnader. Andra länders efterfrågan på svenska varor och tjänster, det vill säga svensk export, är exkluderade när svensk konsumtion analyseras.

Med utgångspunkt från dessa huvudfrågor har varje arbetspaket inom projektet arbetat med fördjupande frågeställningar kring olika typer av data om miljöpåverkan. Exempel på mer specifika frågeställningar har varit:

- Vilka analyser kan möjliggöras genom en makroansats med miljöexpanderade input-outputtabeller?
- Hur kan dessa analyser användas i uppföljningen av generationsmålet?
- Kan vi föreslå en modell som går att använda inom ramen för statistikens ramverk och riktlinjer om transparens, kvalitet och upprepbarhet?

PRINCE-projektet har gett upphov till en rad vetenskapliga publikationer som finns listade i källförteckningen. Syftet med denna rapport är att sammanfatta resultaten på svenska. För mer detaljerade redovisningar av exempelvis metodik hänvisas till de vetenskapliga publikationerna (se referenslista)

1.1 Generationsmålet och dess uppföljning

En av utgångspunkterna för Sveriges miljöpolitik är Generationsmålet (Naturvårdsverket, 2016).

”Det övergripande målet för miljöpolitiken är att till nästa generation lämna över ett samhälle där de stora miljöproblemen är lösta, utan att orsaka ökade miljö- och hälsoproblem utanför Sveriges gränser.”

Generationsmålet innehåller dessutom ett antal strecksatser däribland att ”Konsumtionsmönstren av varor och tjänster orsakar så små miljö- och hälsoproblem som möjligt”.

Sveriges riksdag har beslutat att det övergripande målet för svensk miljöpolitik är att förutsättningarna för att lösa miljöproblemen ska finnas på plats inom en generation, vilket tolkas som år 2020 (prop 2010). Att riksdagen har tagit beslutet ger tyngd och stabilitet åt miljöpolitiken och beslutet om generationsmålet slår fast den övergripande ”inriktningen för den samhällsomställning som behöver ske” (prop 2010).

¹ Ideella organisationer drivs inte med vinstsyfte och kan t.ex. vara idrottsorganisationer eller intresseorganisationer. De är med för fullständighetens skull men har inte en stor del av konsumtionen.

Naturvårdsverket följer upp sju olika aspekter av generationsmålet: avfall, ekologisk mat, flygresor, förnybar energi, konsumtionsbaserade växthusgasutsläpp, materialflödesräkenskaper och miljömotiverade subventioner.

Det är en utmaning att följa upp generationsmålet med statistik. Handel över länders gränser ökar och komplexa produktionssystem samspelar. Hur denna konsumtion från både privatpersoner och offentlig sektor påverkar miljön i de länder som har tillverkat produkterna är inte lätt att fånga med statistik. Datatillgången varierar med var produkten tillverkas och vilken typ av miljöpåverkan man är intresserad av.

Livscykelanalyser används ofta för att analysera en produkts miljöpåverkan under produktens hela livscykel. Men vill man få en överblick av ett lands hela konsumtion så behövs en annan typ av modell.

Med nationalräkenskaperna, som är ett globalt statistiskt ramverk, finns det stora förutsättningar att följa de ekonomiska transaktioner som genomförs världen över på ett harmoniserat sätt för produktgrupper, för olika aktörer, företeelser och förändringar i flöden och stockar. Med produkter menas både varor och tjänster. Sedan mitten på 1990-talet har nationalräkenskapernas ramverk utökats till att även inkludera räkenskaper för miljöpåverkan och naturresurser. En räkenskap har samma systemavgränsningar som nationalräkenskapernas ramverk, och kan använda de ekonomiska data som tas fram där eftersom definitioner, klassifikationer och metoder är lika. Samtidigt kan områden som kräver sin egen fördjupning utveckla mer detaljer om den ingående statistiken. Miljö, turism, hälsa, och kultur är olika exempel på områden där nya räkenskaper har utvecklats.

Den egna, inhemska produktionens miljöpåverkan och effekter från slutlig användning går att följa med svensk statistik med tillräcklig kvalitet. Eftersom en del av den svenska konsumtionen består av varor och tjänster som köps in från andra länder så behövs även statistik från dessa för att få en fullständig bild. Att mäta den miljöpåverkan som sker vid produktionen i andra länder är mer komplext. Det behövs stora datamängder för att fånga denna miljöpåverkan. När miljöpåverkan från svensk konsumtion beräknas, så omfördelas utsläppen från producenter i alla berörda länder till konsumenterna.

1.2 PRINCE arbetspaket

Inom projektet har forskare och analytiker fördjupat kunskapsläget genom sju forskningsarbetspaket och ett arbetspaket med fokus på kommunikation och samordning. Nya insikter vad gäller modeller som är lämpliga för svenska förhållanden beskrivs och förslag på statistik och indikatorer har utvecklats. Arbetsmodellen som använts i projektet beskrivs i figur 1.1.

PRINCE har bland annat haft syftet att identifiera den mest lämpliga ekonomiska modellstrukturen och databaserna. Det arbetet startades genom en litteraturstudie över de globala multiregionala modeller som används och testades genom att jämföra och

analysera resultaten från olika modeller med hjälp av empiriska data för svensk konsumtion.

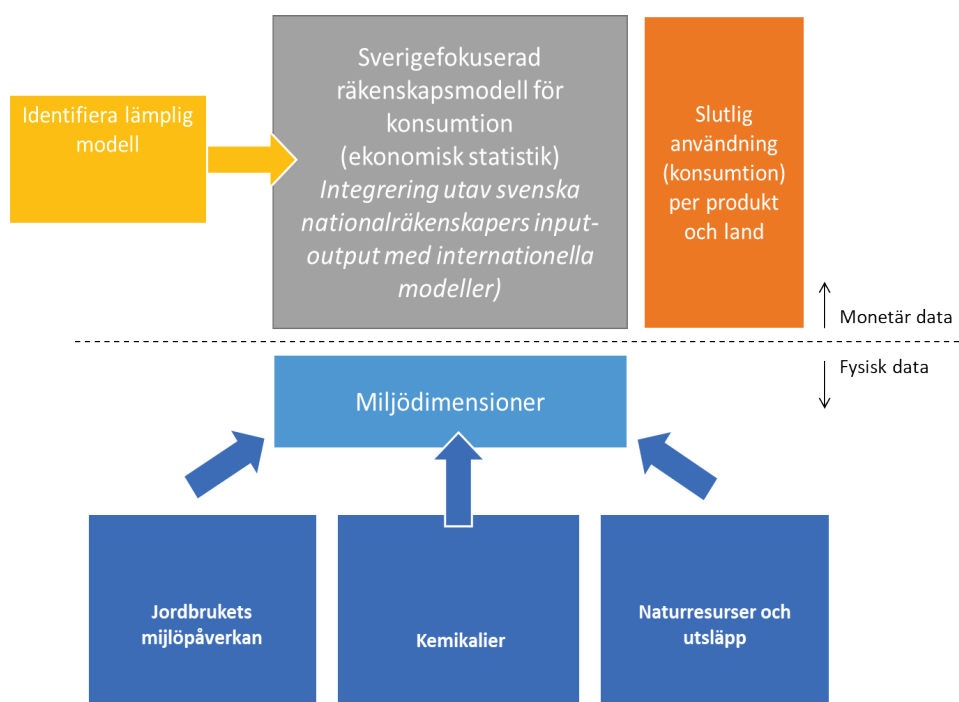
Dessutom har specifika fördjupningar skett inom några områden; jordbrukets miljöpåverkan, kemikalier och resursanvändning och utsläpp till luft och växthusgaser.

Inom PRINCE arbetspaket har vi utvecklat en ny hybridbaserad multiregional input-outputmodell, som kan kombinera svensk statistik med internationell miljö- och naturresurs data. Avsikten är att resultaten ska kunna användas för att följa upp generationsmålet.

PRINCE har även beskrivit processerna för framställning av statistik av god kvalitet enligt europeiska statistiksamfundets ramverk. Analyser av resultaten har fördjupat förståelsen till den nya hybridmodellen, som är baserad på ramverket för input-output för att länka statistik inom national- och miljöräkenskaperna till existerande globala modeller mer specifikt vad gäller utsläpp och användning av naturresurser orsakade av import till Sverige.

Fördjupade analyser av utvalda produktgrupper har gjorts och bidragit till en utökad förståelse för områdets komplexitet med fallstudier, till exempel inom fiske och social påverkan av svensk konsumtion i Kina. I dessa fallstudier har den modell som utvecklats i tidigare arbetspaket använts, men också andra kompletterande modeller och metoder för att analysera miljöpåverkan av svensk konsumtion.

Figur 1.1 PRINCE arbetsmodell. Arbetspaketen har inriktat sig på att fördjupa kunskapen inom de olika delarna som visas i figuren.



1.3 En konceptuell indikatormodell: DPSIR

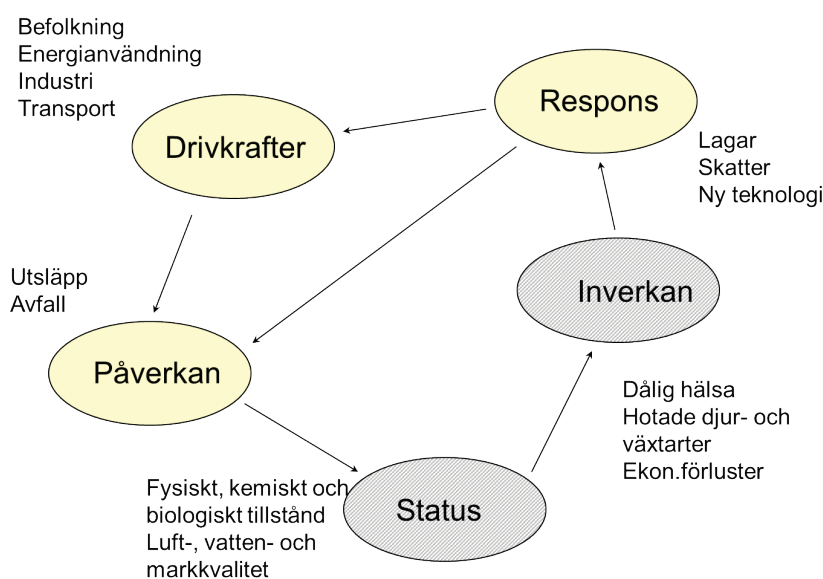
PRINCE använder sig utav en indikatormodell, kallad DPSIR, som utvecklades av OECD under tidigt 1990-tal och som Europeiska miljöbyrån, EEA vidareutvecklade i början av 2000-talet (EEA 1999).

DPSIR-modellen delar in kvantifierbara områden i grupper – Drivkrafter, Påverkan, Status, Inverkan och Respons, se figur 1.2. Modellen underlättar tanken kring samspelet mellan miljö och samhälle, mellan ekonomiska aktörer och staten. Det gör det möjligt att följa hur olika verksamheter i samhället påverkar miljön och vad som görs för att förhindra fortsatt påverkan.

Indikatorer för att följa tre utav områdena; drivkrafter, påverkan och respons, kan tas fram med hjälp av den typen av beräkningar som görs i miljöräkenskaper och nationalräkenskaper och som kan gå in i input-output modeller av den typ som används i PRINCE-projektet. Drivkrafter är då produktion, handel och konsumtion av varor och tjänster, påverkan är utsläpp eller användning av mark, vatten eller kemikalier.

I projektet ingår inte att studera respons, men statistik om miljörelaterade skatter och subventioner kan vara ett sätt att studera respons. I de resterande två områdena; inverkan och status behövs kompletterande statistik och/eller modeller som visar förändringar i halter av luft- eller vatten, eller beräkningar på vilka skador som uppstår. Till en del ingår kunskaper från områdena Status och Inverkan genom att urvalet av parametrar är baserat på kunskaper om vilka utsläpp som har potentiell inverkan på hälsa och miljö.

Figur 1.2 DPSIR-modellen



Inom PRINCE har DPSIR-modellen använts i de fördjupade ämnesområdena för analys och diskussion. De indikatorer som använts kan delvis beskrivas som drivkrafter (till exempel användning av farliga kemiska produkter), påverkan (utsläpp till vatten och luft) eller potentiell inverkan från utsläpp av farliga ämnen. Begreppet miljöpåverkan används för att beskriva alla dessa typer av indikatorer.

Begreppet ”indikator” används här för att beteckna en variabel som kan antas vara korrelerad med en frågeställning som inte är direkt observerbar, nämligen miljöpåverkan av svensk konsumtion. Det senare är inte något som är direkt mätbart, därför utvecklar vi en uppsättning indikatorer som kan antas vara korrelerad med detta.

2 Indikatorer och deras policyrelevans

2.1 Statistik och tillförlitliga resultat

Statistik handlar om insamling, bearbetning och analys samt presentation av data. Det bidrag statistiken ger till samhällsdebatten är att vi får reda på saker som mätts, bearbetats och presenterats för alla. PRINCE har arbetat med nationell och internationell statistik i kombination med modeller. Ett viktigt mål med resultatet för PRINCE har varit att de förslag på ämnesinriktad statistik och indikatorer som tagits fram ska vara möjliga att ta fram med minst en årlig uppdatering. För att nå dit har den institutionella sammansättningen av statistiksystemet i Sverige spelat stor roll.

Då det nationella statistiksystemet är reglerat i lag där statistikförordningen säkerställer att det som publiceras är objektivt och tillgängligt för alla finns det ramar att förhålla sig till (lag 2001:99 och förordning 2001:100 om den officiella statistiken).

Sverige har via Europas statistiksystem accepterat Riktlinjerna för europeisk statistik (Eurostat 2011). Dessa riktlinjer drar upp 15 principer som omfattar den institutionella miljön, processerna för statistikframställning och de statistiska produkterna. För PRINCE har det betydelse då flera statistikansvariga myndigheter ansvarar för att producera statistiken som har använts i forskningsprogrammet. Det rör sig till exempel om Statistiska centralbyråns arbete med national- och miljöräkenskaperna, Naturvårdsverket om luftföroreningar och växthusgaser, Energimyndigheten kring energistatistiken och Havs- och Vattenmyndigheten kring fiskestatistiken.

Generationsmålet beskriver en vision om ett önskat läge för Sverige och omvärlden. Sett ur en statistisk synvinkel blir det en fråga om ett makroperspektiv på Sveriges konsumtion och hur den kopplas ihop med omvärlden. Det betyder att statistiken beskriver samhället top-down, bortser ifrån detaljer och individuella variationer och förändringar som i andra sammanhang är av betydelse och sammanfattar generella trender.

Två välkända exempel på makroindikatorer är Bruttonationalprodukten (BNP) och Sveriges befolkning. BNP som är en sammansatt indikator, består av flera ingående delar som till exempel omfattningen av produktionen, hur mycket pengar som sparas, hur mycket skatt och hur mycket subventioner som betalas under ett år för hela Sveriges ekonomi. Den utgör ett mått på Sveriges ekonomiska utveckling. Indikatorn används bland annat som uppföljning för Riksbanken kring beslut om räntor, hos regeringskansliet i beslut om omfördelning av anslag och mycket annat.

Statistiken över Sveriges befolkning är en enklare form av makromått där alla i Sverige varaktigt bosatta personer inkluderas. Detta mått används i en mängd olika situationer och uppföljningsprocesser. Det kan röra sig om både kommunal, regional och nationell uppföljning för att besluta om omfördelning av resurser, budget och mycket mer.

2.2 Makroindikatorer

Med generationsmålet i miljömålssystemet som utgångspunkt har PRINCE som målbild att utveckla en input-outputmodell för att med hjälp av befintlig statistik visa miljöpåverkan på grund av Sveriges konsumtion. PRINCE har även utvecklat förslag på indikatorer över miljöpåverkan av svensk konsumtion som kan användas i andra sammanhang.

Indikatorer kan användas i många olika syften. Bland de vanligaste återfinns; medvetandegörande, att visa förändringar över tid (uppföljning), att ha som underlag för olika beslut kring exempelvis riktlinjer, rekommendationer, eller design av olika former (Vardon et al 2016). Ju mer detaljerad användning av indikatorer, desto högre precision och mer exakta indikatorer behövs.

Tanken med indikatorer är att de ska kunna presentera enkel eller komplex statistik på ett sätt som många förstår. Efter att miljömålssystemet togs fram har ett flertal indikatorer tagits fram som ska spegla förhållandet i miljöpåverkan och tillstånd på ett sätt som beskriver svåra frågor enkelt. Exempel på frågor:

- Går utsläpp av klimatgaser upp eller ned?
- Hur ser utvecklingen ut för viktiga indikatorarter som pekar på förändringar i den biologiska mångfalden?

PRINCE har utgått ifrån ett makroperspektiv i den framtagna modellen, där främst utvecklingen över tid har varit i fokus. Det innebär att precisionen inte nödvändigtvis behöver vara hög för alla ingående produkter, men att storleksordningen och trenden är korrekt.

PRINCE-modellen är uppbyggd så att resultaten går att summera från en produktgruppsnivå (livsmedel, bränslen, tjänster) till nationell nivå, eller från en sektorsnivå (hushåll, offentlig sektor och investeringar) till nationell nivå. Fördelen med en kärna från nationalräkenskaperna är att en helhetsbild av ekonomin och dess miljöpåverkan ges. Den som läser av informationen får snabbt en bild över storleksordningar. Till exempel vilken sektor som släpper ut mest eller vilka produktgrupper som har störst miljöpåverkan.

Resultaten från PRINCE är inte självklart lämpliga eller möjliga att använda på ännu finare nivå än den som presenteras här. Till exempel finns det inom en produktgrupp många olika aspekter att ta hänsyn till. Exempelvis vad gäller kött finns det olika kvaliteter för konsumenten att köpa, såsom ekologiskt producerat

kött och konventionellt framtaget kött. Den detaljrikedomen går inte att få fram med hjälp av en traditionell input-outputkärna, utan här skulle det krävas annan typ av statistik och analyser som kompletterar den informationsbas som finns tillgänglig.

Det finns några nationella mål för konsumtionsrelaterad miljöpåverkan, dels generationsmålets trendangivelser och dels i den sjunde strecksatsen i generationsmålet att konsumtionsmönstren av varor och tjänster ska orsaka så små miljö- och hälsoproblem som möjligt. Det finns också intressanta kopplingar som kan göras till klimatmålet 'Begränsad klimatpåverkan' som innebär att temperaturen ska begränsas till "väl under 2 grader" och ansträngningar göras till 1,5 grad. Där är målet att Sveriges sammanlagda territoriella nettoutsläpp ska vara netto noll år 2045 (klimatlag 2017:720 svensk författningssamling). Inom forskningen används också beräkningar där utgångspunkten är konsumtionen per capita i världen och då innebär Parismålet att sträva mot 1.5 graders uppvärmning att utsläppen år 2050 bör vara 0,82 ton per capita globalt (Fauré et al, 2016) baserat på UNEP (2015). I strategin om hållbar konsumtion framgår att behovet av mer kunskap om miljöpåverkan från konsumtion är en viktig utgångspunkt.

PRINCE indikatorer och data som ligger till grund för dessa är policyrelevanta i och med att de visar hur viktiga miljöpåverkande utsläpp hänger samman med de produkter som Sverige konsumerar. Indikatorerna kan visa på storleksordningar och trender kopplade till problem som behöver lösas för att generationsmålet ska kunna nås. Resultaten kan också hjälpa till att identifiera aktörer genom att viktiga produktgrupper och länder kan identifieras.

För PRINCE har ett fokus varit indikatorer *som har möjlighet att bistå i* beslutsfattande i motsats till forskning som är *gjord för att explicit* hjälpa beslutsfattare, något som är en viktig distinktion enligt Världsbanken (Lanthorn, 2015).

Som beskrevs i inledningen har PRINCE utgått ifrån de huvudsakliga frågeställningarna om hur Sveriges konsumtion påverkar miljön, både i Sverige och utomlands, och hur detta kan bli kvantifierbart, mätt på ett konsekvent och policyrelevant sätt.

Regeringskansliet ger 2015 i ett annat sammanhang en beskrivning av olika aspekter av policyrelevans som också kan appliceras på PRINCE. Man skiljer då på:

- 1) Kunskap om *problem* – förståelse för ett policyproblems beståndsdelar och inbördes relationer. Projektet hjälper till att visa storleken på miljöpåverkan från Sveriges konsumtion på resten av världen, var denna påverkan sker och vilka produktgrupper som driver detta.

- 2) Kunskap om *vad* som fungerar – hur olika policys påverkar specifika utfall. Det är fullt möjligt att använda resultaten från PRINCE för att genomföra simuleringar. Om man till exempel förändrar sin konsumtion hur stor blir förändringen av utsläppen? Eller om det skulle gå att överföra hushållens utgifter för transport till offentliga investeringar hur mycket ökar eller minskar miljöpåverkan då?
- 3) Kunskap om *hur* – hur policys bör implementeras och vilka möjliga sidoeffekter som kan uppstå. I detta fall hjälper inte PRINCE-modellen och resultaten därav med själva implementeringen av policy. Men däremot går det att beräkna och skatta en del sidoeffekter av möjliga scenarier. Exempelvis kan modellen visa hur miljöpåverkan kan komma att förändras beroende på var hushållen väljer att lägga sina pengar, till exempel om de väljer att sänka sina kostnader på transporter eller livsmedel för att istället lägga sina pengar på något annat.
- 4) Kunskap om *vem* – hur policys konstrueras och vilken roll olika intressenter har för ett lyckat genomförande. Då PRINCE följer nationalräkenskapernas indelningar kan man få veta vilka grupper av ekonomiska aktörer, offentlig sektor och hushåll som är involverade. Däremot är det inte möjligt att identifiera nyckelspelare för lyckat genomförande.
- 5) Kunskap om *varför* – varför är en policy motiverad. Generationsmålet är nyckelmotivationen till varför. Sverige har ett åtagande att lösa de stora miljöproblemen inom sina gränser utan att orsaka miljö- och hälsoproblem utomlands.

Nulägesbeskrivningen och trendanalysen som PRINCE ger är policyrelevant och kan ge underlag som underlättar monitoring, prioriteringar av vilka områden som är viktiga att styra eller att undersöka vidare. Modellen ger däremot inte nödvändigtvis tillräcklig kunskap för att utforma specifika policyförslag. Då behövs andra typer av data och en djupare analys av delar av det ekonomiska systemet.

3 Ramverket för PRINCE

Utgångspunkten för PRINCE är ett makroperspektiv baserat på nationalräkenskapernas input-outputtabeller. Med hjälp av dessa tabeller följs den svenska ekonomins påverkan i Sverige och utomlands, till följd av vår inhemska konsumtion av varor och tjänster. Den offentliga sektorn, hushållen och investeringarna som redovisas som slutlig användning (konsumtion) och näringslivets behov av varor och tjänster som de behöver för sin produktion för denna konsumtion i form av insatsvaror ingår i analysen. PRINCE tar därmed hänsyn till både det monetära och det fysiska, det vill säga både konsumtionens bidrag till bruttonationalprodukten och till miljöpåverkan. Makroperspektivet tar sig uttryck i nationalräkenskapernas input-outputtabeller i kombination med miljöstatistik i samma räkenskapssystem.

3.1 National- och miljöräkenskaper som dataunderlag

Nationalräkenskaperna är det statistiska ramverk som mäter en nations ekonomiska aktiviteter och utveckling. Det mest framträdande aggregatet i nationalräkenskaperna är Bruttonationalprodukten (BNP) som utgörs av värdet av alla de varor och tjänster som produceras i ett land under en period. I årsräkenskaperna är perioden ett år. Inom EU utgör den europeiska nationalräkenskapsstandarden ENS 2010 lag. Den bygger i sin tur på FN:s Standard for National Accounts (SNA, 2008) som utvecklats i några omgångar sedan 1968. Sedan 2002 krävs det av länderna i EU att de tar fram ett ekonomiskt dataunderlag för att göra input-outputanalyser.

Miljöräkenskaperna är ett satellitsystem till nationalräkenskaperna vilket gör det möjligt att analysera sambandet mellan miljö och ekonomi. Detta genom att miljöstatistik bearbetas för att kunna kopplas till ekonomisk statistik och på så sätt kan det redovisas gemensamt. Det gäller för branschindelningar, sektorsindelningar och produktgrupper. Miljöräkenskaperna bidrar också till fler internationella jämförelser inom miljöområdet, särskilt sedan FN:s statistiska kommission antog miljöräkenskaperna som en global statistisk standard.

Miljöräkenskaperna behandlar statistiken kring utnyttjandet av naturresurser och miljöpåverkan på samma sätt som annan resursförbrukning (till exempel sysselsättning och kapital), och lyfter fram detaljer ur ekonomisk statistik som berör miljön, som till exempel miljöskatter, miljösubventioner och miljösektorn, där miljösektorn omfattar företag som producerar varor och tjänster som minimerar miljöpåverkan och användning av naturresurser. Statistiken visar på användningen av miljöekonomiska styrmedel och analyser av dess effekter och miljöpåverkan är möjliga att i förlängningen göra med hjälp av dessa data. Ett exempel på en annan

typ av analys som kan göras är hur hushållens konsumtion påverkar utsläpp av växthusgaser eller visa på effekter av ändringar i produktionsstrukturer.

Att använda nationalräkenskaperna som bas betyder att samma definitioner om ekonomiska aktiviteter, om variabelers omfattning och struktur används både för miljöstatistik och för ekonomisk statistik. Tanken kring ett sammankopplat system för miljö och ekonomi går tillbaka till mitten av 1900-talet men inte förrän 2012 antog FN:s statistiska kommission en statistisk standard för det som kom att heta miljöräkenskaper (System of Environmental-Economic Accounting). Sedan tidigt 1990-tal har statistikbyråerna runt om i världen involverats i ämnet efter det att EU och FN inom ramen för nationalräkenskaperna enades om att skapa satelliträkenskaper i en mer standardiserad form.

Sedan 2011 har miljöräkenskaperna en lagstadgad EU-förordning med årlig rapportering av olika komponenter inom miljöräkenskaper. Där ingår följande områden: lufträkenskaper, miljöskatter per bransch, materialflöden per produkt, energiräkenskaper, miljösektorn och miljöskyddskostnadsräkenskaper och förordningen utökas successivt.

3.2 Input-output

I en traditionell input-output analys (IOA) utgår man ifrån nationell tillförsel och användning av produkter med data från nationalräkenskapernas monetära uppgifter.

Det är den inhemska produktionen som ligger i fokus och variabler såsom sysselsättning, förädlingsvärde, energianvändning och emissioner av olika slag kopplas till de svenska branscherna.

Startpunkten är den slutliga användningen av produkter, vilket är en samlingsbeteckning för varor och tjänster. Denna slutliga användning består av privat och offentlig konsumtion, bruttoinvesteringar samt export². Genom att använda en IOA kan de summerade produktionsinsatserna som behövs i samtliga branscher för att tillfredsställa den slutliga användningen beräknas. Detta görs via de insatsprodukter som behövs för att branscher skall kunna leverera produkter till slutliga användare. Dessa insatsprodukter behöver i sin tur insatsprodukter, som i sin tur behöver insatsprodukter o.s.v., se även Figur 3.1. Följer man detta tillbaka genom förädlingsvärdekedjan så kan man summera upp ett totalt produktionsvärde för samtliga branscher som avspeglar produktionstillskottet i ekonomin som behövs för att få fram den enskilda produkten. Detta påminner om en

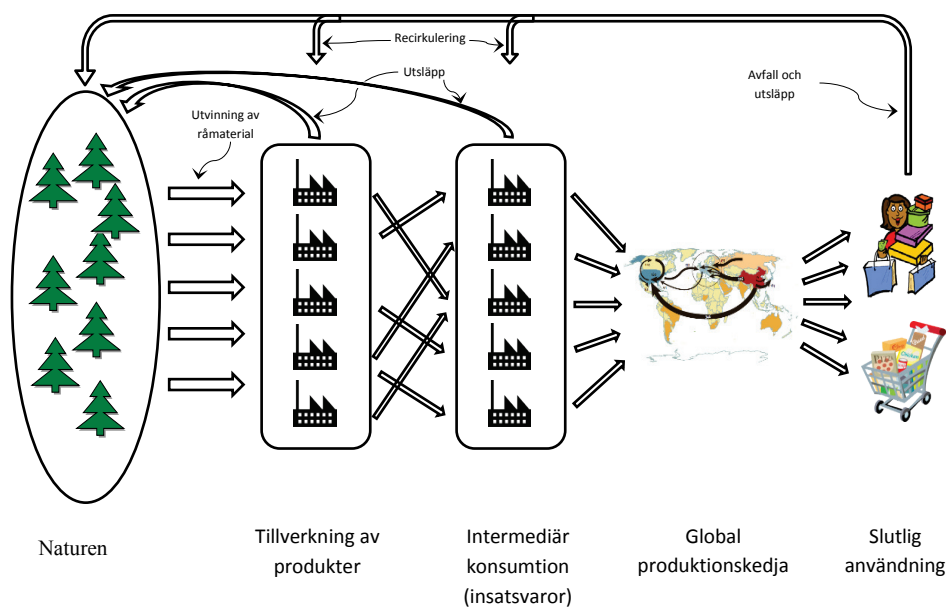
² I PRINCE har kategorin "hushållens ideella organisationer" (som är liten) adderats till kategorin "privat konsumtion". På samma sätt har kategorin "lagerförändringar", som inte heller är stor, adderats till "bruttoinvesteringar" för att all inhemsk slutlig användning ska täckas in i det som redovisas.

livscykelanalys där man kan följa en särskild produkts miljöpåverkan, från utvinningen av material till avfallsbehandling. Men det finns en hel del skillnader mellan de två ansatserna, där input-outputanalysen gör det möjligt att beräkna omfattningen av hela värdekedjan i ekonomin med en kalkyl. En fördjupad diskussion kring detta finns att läsa i Brolinson et al 2010.

I input-output tabeller beskrivs vilka branscher som producerar vilka produkter, vilka branscher som använder dessa produkter som insatsprodukter och hur resten går till slutlig användning (till exempel konsumtion). Det handlar också om de produkter som importeras för att användas som insatsprodukter i svensk produktion eller användas i svensk slutlig användning.

Traditionellt görs input-output tabeller för ett land men dessa tabeller möjliggör inte att komma åt hela värdekedjan av den slutliga efterfrågan i och med att en del produkter och insatsvaror är importerade från andra länder. Tabeller för olika länder kan dock kopplas samman vilket möjliggör heltäckande multi-regionala input-output analyser.

Figur 3.1 Schematisk bild av vad en input-outputtabell innebär och hur det kan användas för att beräkna den indirekta miljöpåverkan i produktionskedjan från slutlig konsumtion



För att få miljöexpanderade input-output tabeller läggs miljöstatistik till som nya variabler i den ekonomiska beskrivningen av värdekedjorna, se Figur 3.2. Statistiken avser utsläpp eller miljöpåverkan för Sveriges ekonomi och i de länder som vi handlar med. Genom IOA kan sedan utsläppen som är förknippade med den slutliga användningen i Sverige av en specifik produktgrupp som produceras inhemskt eller importeras beräknas. Det innebär att varje produktgrupp som ingår i

den slutliga användningen kan kopplas till en viss mängd utsläpp, inom och utom landet. Dessa utsläpp är kopplade till produktgruppen. Det vill säga 1 miljon kronor användning av en viss produktgrupp ger samma mängd utsläpp oavsett om den används i privat konsumtion, offentlig konsumtion, export, eller investeringar.

I miljöpåverkan från konsumtion ingår privat och offentlig konsumtion samt bruttoinvesteringar, dvs hela den slutliga användningen förutom export.

Projektet har använt beskrivningen av värdekedjorna från miljöexpanderade multi-regionala modeller och utvecklat en ny metod för att producera information om miljöpåverkan från svensk slutlig användning (konsumtion). En ny aspekt med metoden är att använda reguljär nationell statistik i kombination med detaljrikedom från multiregionala input-outputmodeller.

När man beräknar miljöpåverkan från konsumtion så är det utsläpp i andra länder som är den kritiska komponenten i statistiken. Längre har antagande ”som-om-producerat-i-Sverige” använts. Detta antagande används också fortfarande hos till exempel Eurostat³ och i Tyskland (med viss justering av energisektorn, stål-aluminium- och massaindustrierna)⁴ där samma typ av analys görs. Frågeställningen blir då: hur förändras utsläpp i ett land genom att produkter produceras i ett annat land givet att landet har samma produktions- och utsläppsstrukturer som i Sverige? Detta antagande har sin fördel i att vara relativt enkelt att beräkna för en viss region utan att behöva söka efter data ifrån hela världen.

Figur 3.2 Modell för konsumtionsbaserade input-outputtabeller

	Bransch (SNI)	Slutlig användning		Total
SNI	Insatsvaror	Inhemsk konsumtion	Export	Total output (produktion)
SNI	Import	Inhemsk konsumtion	Export	
	Total intermediär användning			
	Total output (produktion)			
Miljö- data	Utsläppskoefficienter [ton/SEK]			

³ http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Greenhouse_gas_emission_statistics_-_carbon_footprints

⁴ https://www.destatis.de/EN/Publications/Specialized/EnvironmentalEconomicAccounting/CO2EmissionsPDF_5851306179004.pdf?__blob=publicationFile

Nackdelen är att det finns en risk att dra felaktiga slutsatser om användaren inte är medveten om innebörden av detta antagande. Generationsmålet innebär att svensk konsumtion inte ska orsaka större miljöbelastning utomlands vilket kräver en mer heltäckande analys både vad avser miljöparametrar och ekonomiska data. Statistiken och indikatorerna kan analysera specifika länders energimix för produktion, uppvärmning och transporter, samt utsläppsintensitet och även handelsmönster med hjälp av multiregionala modeller än med enkelregionala modeller.

Den enkelregionala modell som Statistiska centralbyrån använt för att beräkna utsläpp till luft av klimatpåverkande gaser från konsumtion har viktat om utsläppen från importen med internationella utsläppsdata per land. Det är en modell som baseras på nationella input-outputdata från nationalräkenskaperna och utrikeshandeln, och som kompletteras med data från miljöräkenskaperna samt internationella databaser för utsläpp till luft av klimatpåverkande gaser från import. Man kan säga att produktionsstrukturen är svensk men utsläppsintensiteten av klimatgaser har beräknats för enskilda länder som Sverige importerar ifrån. Utsläpp från importländer uppskattas genom att beräkna skillnader i utsläpp hos handelspartners jämfört med utsläppen i Sverige. Kvoten mellan de utländska utsläppen per dollar och utsläppen i Sverige per dollar, används som en vikt för att skala om de svenska emissionsfaktorerna. Dataunderlaget för utsläpp per dollar finns i Edgardatabasen (Emissions Database for Global Atmospheric Research).

Nackdelen med denna ansats är bland annat att den inte fångar skillnader mellan olika branscher i importländerna och ger en begränsad bild av de internationella försörjningskedjorna. För att bättre fånga dessa aspekter kan istället multi-regionala input-output analyser göras.

3.3 Vägen fram till ett förslag till ny modell

Det finns flera studier som har jämfört olika multiregionala input-output modeller och deras resultat (t.ex. Moran et al 2014, Inomata and Owen 2014, Peters et al 2012 och Brolinson et al 2010). I PRINCE har en jämförelse mellan olika globala multiregionala input-outputmodeller och SCB:s modell utförts med fokus på Sverige och den detaljeringsgrad samt miljöpåverkande faktorer som finns tillgängliga (Dawkins et al 2018).

De multiregionala input-outputmodeller som har använts i projektets inledande arbetspaket är EXIOBASE⁵, WIOD⁶, OECD, GTAP⁷ och EORA⁸. De ligger till

⁵ www.exiobase.eu

⁶ www.wiod.org

⁷ www.gtap.agecon.purdue.edu

⁸ www.worldmrio.org

grund för jämförelsen med de svenska data som SCB:s miljöräkenskaper tar fram. Då SCB beräknar utsläpp till luft av klimatgaser från slutlig användning så fokuserar utvärderingen på dessa.

Att utvärdera de globala modellerna med avseende på hur de visar svensk konsumtion är intressant för att kunna förbättra beräkningarna av miljöpåverkan från slutlig användning. Det hjälper även med att skapa ett ramverk där en global MRIO-modell kan användas för svenska syften, enskilt eller i kombination med nationell statistik.

Det är förväntat att modellerna ska skilja sig åt resultatmässigt. Det beror på att varje enskild modell har sin utgångspunkt. Skillnader beror på vilket som är huvudsyftet med analysen som de har skapats för. Om fokus har legat på att analysera världshandeln, att se noggrannare på miljöpåverkan eller att snabbt kunna generera nya data så tas något olika val vid balansering av modellen och vilka aggregeringar som man vill fokusera på. De kan därför skilja sig bland annat genom vilka underlagsdata som styr (nationella data eller modellens balanseringsansats), den branschfördelning som finns, hur den underliggande ekonomiska strukturen ser ut, hur stor del av data som är heltäckande och vilka metoder det finns för hantering av validering av data och hur saknade data skattas.

Två statistiska händelser förväntas också påverka resultaten av jämförelserna. Den första var en stor omläggning av branschklassifikationen (Svensk näringsgrensindelning SNI eller som den globala klassifikationen kallas för International Standard Industrial Classification of All Economic Activities). Den lades om mellan 2007 och 2008 och innebar förändringar för klassificeringen av ekonomiska aktiviteter främst inom service och inom miljö.

Den andra förändringen som har skett är implementeringen av nya nationalräkenskaperna, SNA2010. Den innebar bland annat förändringar i hur beräkningar av internationella aktiviteter så som trepartshandel (så kallad merchanting) och lönebearbetning hanteras. För merchanting innebär omläggningen att hela varuvärdet ingår i värdet av export respektive import, vilket därmed höjer värdet på export och import. En annan betydelsefull förändring från ENS-omläggningen handlar om hur FoU hanteras. Förändringen påverkar aggregat så som produktionsvärde, insatsförbrukning, fasta bruttoinvesteringar, offentliga konsumtionsutgifter och kapitalförslitning och höjer exempelvis nivån på BNP, BNI och fasta bruttoinvesteringar⁹.

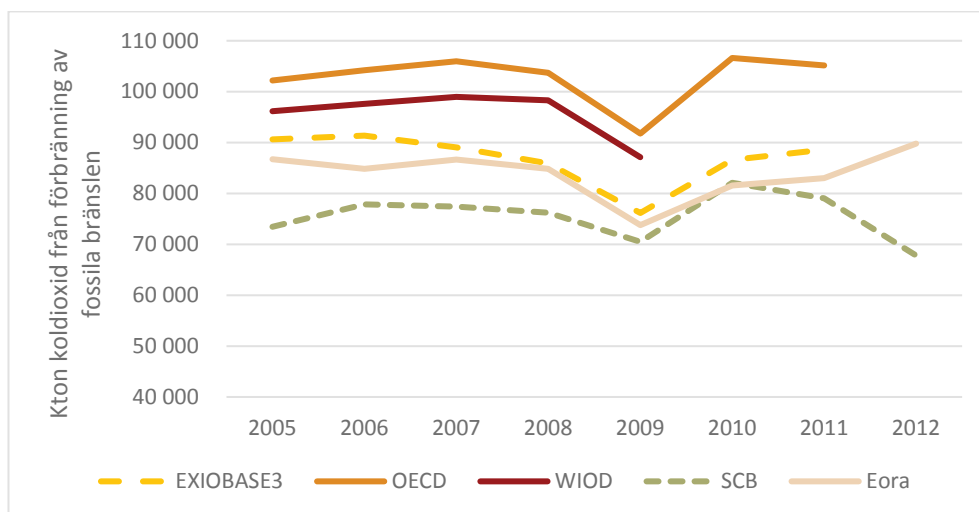
⁹ <http://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/nationalrakenskaper/nationalrakenskaper/nationalrakenskaper-kvartals-och-arsberakningar/produktrelaterat/Fordjupad-information/ens-2010--en-anpassning-av-de-svenska-nationalrakenskaperna-till-eus-nya-regelverk/>

Förändringarna som har gjorts de senaste åren har haft relativt stor betydelse för såväl strukturen som nivån som presenteras i SCB:s nationalräkenskaper samt för allokeringen av utsläpp. Dock är det mindre troligt att de globala modellerna som fanns redan före omläggningarna har uppdaterat dessa data och implementerat dessa nya definitioner och klassifikationer.

Det sker även revideringar i andra data som ingår i de globala modellernas databaser. Ett viktigt sådant område är växthusgaserna och luftföroreningarna. De revideras inom ramen för UNFCCC med hela tidsserien i fokus (1990 och framåt). Därmed revideras även de nationella miljöräkenskaperna i samma faser för utsläppen. Skillnader i indata kan då ske med avseende på när i tiden de globala modellerna har byggt sina databaser och hur deras revideringspolicy ser ut.

Figur 3.3 visar resultaten av en jämförelse av utsläpp av växthusgaser från svensk konsumtion från förbränning av fossila bränslen mellan 5 olika MRIO analyser. Jämförelsen visar att spannet på de beräknade utsläppen av koldioxid ligger mellan 70 miljoner ton för SCB:s data (så som de beräknades innan PRINCE) till 105 miljoner ton från OECD.

Figur 3.3 Jämförelse av Sveriges koldioxidutsläpp från förbränning av fossila bränslen 2005–2012 – konsumtionsbaserat



Källdata hämtad januari 2017. Källa: Dawkins et al, 2018

Trenderna för de olika modellerna är i huvudsak likartade, där 2008 års finanskris tydligt syns. Fram till 2009 sjunker utsläppen i alla modellerna. Därefter slutar WIOD:s tidsserie men de resterande visar alla på en uppgång igen. Den största skillnaden återfinns mellan SCB och Eora där trenden går åt motsatta håll år 2012.

Den fortsatta analysen i Dawkins et al (2018) fokuserade på den del av data som beräknar klimatpåverkan från den globala handeln med Sverige. För Sverige är de nationella ekonomiska data mer korrekta i SCB:s modell än i de globala

modellerna där justeringar och balanseringar för den globala situationen kan förändra data i ett litet land utan att det spelar någon roll för huvudresultaten för de modellerna.

Tabell 3.1 visar hur fördelningen av koldioxidutsläpp från förbränning är fördelad mellan regioner som Sverige importerar varor och tjänster ifrån. Eora, EXIOBASE, GTAP, OECD och WIOD jämförs i tabellen. Eora har en något annorlunda fördelning mellan hur stort det egna inhemska bidraget, och det från resten av EU, är jämfört med de övriga modellerna, vilket kan bero på att den är mer globalt inriktad än de övriga. Överlag är de alla överens om att Sverige bidrar mest självt. Modellerna är inte helt överens om hur fördelningen mellan resten av världen, Kina och Ryssland, ser ut även om totalbidraget från resten av världen och Kina bidrar med cirka 20%. Undantaget är OECD som beräknar att resten av världen och Kina bidrar med 14%.

Tabell 3.1 Jämförelse av koldioxidutsläpp från förbränning av fossila bränslen – konsumtionsbaserat – de största bidragande regionerna

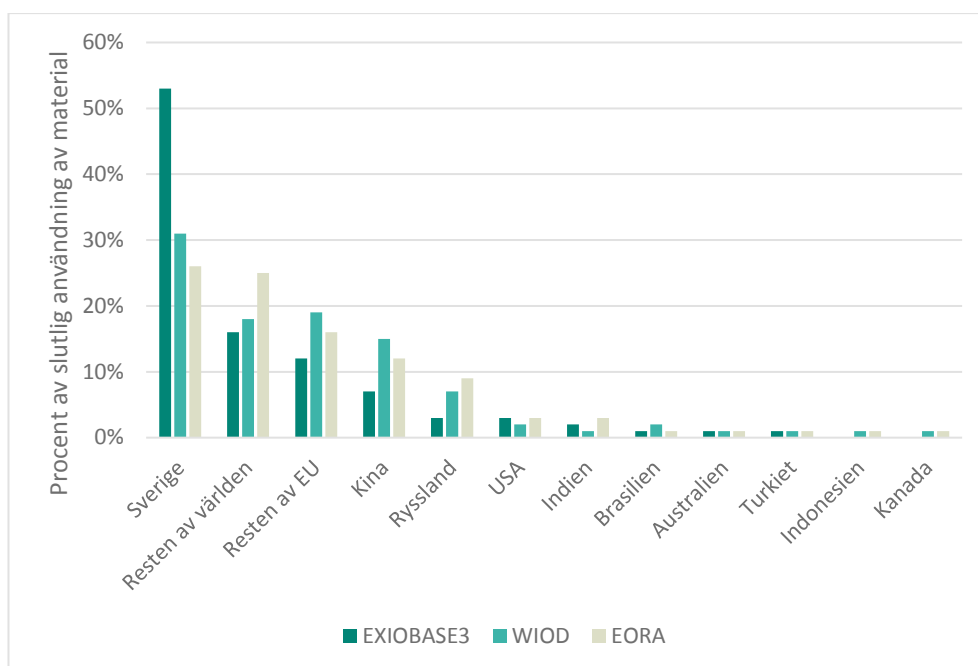
Ursprungsland av förbränning från fossila bränslen – konsumtion	EORA (2011)	EXIOBASE3 (2011)	GTAP (2011)	OECD (2011)	WIOD (2009)
Sverige	31%	44%	41%	54%	47%
Resten av EU totalt	27%	20%	23%	17%	21%
Resten av världen	11%	13%	11%	7%	10%
Kina	13%	9%	10%	7%	10%
Ryssland	5%	5%	4%	7%	4%
USA	6%	3%	4%	3%	3%
Indien	3%	2%	2%	2%	1%

Fotnot: Länder som ingår: Österrike, Belgien, Bulgarien, Cypern, Tjeckien, Danmark, Estland, Finland, Frankrike, Tyskland, Grekland, Ungern, Irland, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Nederländerna, Polen, Portugal, Rumänien, Slovakien, Slovenien, Spanien, Sverige, Storbritannien, Australien, Brasilien, Kanada, China, Indien, Indonesien, Japan, Mexiko, Ryssland, Sydkorea, Taiwan, Turkiet, USA, Övriga.

Källa: Dawkins et al, 2018.

Liknande jämförelse mellan de modeller som även hanterar materialflöden (WIOD, Eora och EXIOBASE) har gjorts. Fördelningen ser jämnare ut mellan Sverige och övriga länder i data från WIOD och Eora än EXIOBASE.

Figur 3.4 Ursprungsländer för materialavtryck från svensk konsumtion, 2009



Källa: Dawkins et al, 2018

Inom området vatten finns färre modeller att jämföra. Projektet studerade resultaten från EXIOBASE och Eora där det är stora skillnader i fördelningen mellan hur mycket vatten som den inhemska användningen drar med sig jämfört med import. Resultaten från EXIOBASE visar att Sveriges konsumtion genererar en större andel vattenanvändning utomlands än vad Eora gör (cirka 45% i EXIOBASE jämfört med ca 28% i Eora). Med tanke på att Sverige har lite konstbevattning i jordbruket i motsats till många viktiga jordbruksområden är det rimligt att anta att jordbruksprodukter som importeras har lett till mer vattenanvändning än vad svenska produkter gör (SCB, 2012; Falkenmark, 2005).

4 En svensk hybridmodell

4.1 Hur kan beräkningar av miljöpåverkan från svensk konsumtion förbättras?

Den statistik som beräknats med en enkelregional modell är inte tillräcklig för behoven som finns inom miljömålssystemet att mäta Sveriges miljöpåverkan utomlands från konsumtion. För att kunna motsvara förväntningar i uppföljningen av generationsmålet behöver den del som tar hand om import och påverkan i andra länder förbättras. Vägledande för PRINCE har varit att det förslag som utvecklas måste vara möjligt att upprepa på årlig basis som en del av en standardiserad statistik.

Det ska finnas dokumentation av underlagsdata, för att kunna förklara förändringar, trender och att kunna förbättra modellen när nya data blir tillgängliga. Det är bland annat intressant att kunna fortsätta att utveckla detaljeringsgraden i materialet, både vad gäller indelning av branscher och produktgrupper och finare geografisk indelning (län) och för miljöpåverkan (som t.ex. de studier om kemikalier och konsumtion av fisk som ingår i projektet men behöver utvecklas mer).

PRINCE har utgått ifrån den nationella input-output basen från SCB:s nationalräkenskaper. Den följer internationella riktlinjer och den Europeiska förordningen¹⁰, uppdateras regelbundet och är officiell statistik. Dessutom har PRINCE även valt att använda nationella miljöstatistiska data där de är tillgängliga enligt miljöräkenskapernas ramverk. För tillfället gäller det utsläpp av klimatgaser och andra utsläpp till luft samt användning av farliga kemiska produkter.

En enkelregional modell som den som huvudsakligen använts av SCB och Naturvårdsverket fram till 2017 har inte möjligheten att utförligt redovisa individuella länders bidrag. Ansatsen med en landsvikt för alla produkter är inte tillräcklig för att hantera skillnader mellan länderna eller mellan olika produkter. Dessutom finns det andra aspekter att ta hänsyn till, som exempelvis hur handelskedjor eller andra länders miljöbelastning och energisystem på bästa sätt kan följas globalt.

4.2 Att kombinera statistik och globala modeller

Flera alternativ kring ett nytt sätt att beräkna Sveriges miljöpåverkan via konsumtion och input-outputberäkningar diskuterades i PRINCE. Ett alternativ

¹⁰ Europeiska kommissionen: European system of accounts.

som avskrevs snabbt var att helt enkelt använda de globala modellerna rakt av. Det skulle bland annat innebära att de data som finns i dagsläget inom Miljöräkenskaperna och som uppdateras regelbundet inte skulle användas.

För att analysera miljöpåverkan från svensk konsumtion är det viktigt att använda så korrekta miljö- och ekonomiska data som möjligt för just Sverige. Vid balanseringen av de globala modellerna så kommer data från ett litet land som Sverige att omräknas och för de globala resultaten spelar det inte så stor roll. Vi vill kunna använda svenska data men samtidigt dra nytta av den kunskap och det arbete som ligger bakom de globala modellerna. Att behålla den svenska ekonomiska strukturen och de data som finns inom nationalräkenskaperna och utrikeshandeln är därför viktigt. Forskningsprogrammet har valt att lägga till den del av de globala databaserna som innehåller informationen om miljöpåverkan som följer med importen från andra länder och på så sätt skapa en hybridmodell baserad på svenska data för miljöpåverkan i Sverige, och data från en multiregional input-output-databas för miljöpåverkan utomlands. I princip kan informationen om miljöpåverkan utomlands hämtas från vilken global miljöekonomisk MRIO-modell som helst, men här i PRINCE-projektet har EXIOBASE valts. Valet har gjorts eftersom EXIOBASE har viktiga fördelar för detta projekt. Modellen har utvecklats med syftet att undersöka miljöpåverkan från konsumtion och av det skälet har den fler miljövariabler än andra modeller och dessutom har den en finare branschindelning av branscher där miljöpåverkan är väsentlig.

För att empiriskt testa modellen har PRINCE använt EXIOBASE i kombination med svenska national- och miljöräkenskaperna. EXIOBASE finns beskriven i Wood et al (2015) och Stadler et al (2018). EXIOBASE omfattar närmare 50 länder och regioner i världen och närmare 200 produktgrupper. Den är därmed betydligt mer detaljerad än de svenska miljöräkenskaperna som presenterar resultat för drygt 50 produktgrupper. För vissa analyser som gjorts inom PRINCE har därför bara EXIOBASE använts. Tidsserien för resultaten som presenteras i kommande kapitel är 2008–2014.

Den hybridmodell som tagits fram illustreras schematiskt i figur 4.1. Den svenska input-outputtabellen för inhemsk konsumtion och produktion (dvs data över inhemsk produktion och import) hålls intakt. Denna data länkas sedan till en global multi-regional input-outputmodell med hjälp av multiplikatorer. Dessa beskriver miljöpåverkan från de importerade varorna och tjänster för varje produktgrupp och land/region. När multiplikatorerna har beräknats har hela den multi-regionala input-output analysen genomförts vilket bland annat innebär att hänsyn tas inte bara till vilket land som den svenska importen kommer ifrån, utan hela försörjningskedjan ingår. Genom handelsdata som finns i de multiregionala input-outputtabellerna får vi tillgång till information om den miljöpåverkan som blir inbäddad i produktionen i utlandet av de varor och tjänster som Sverige importerar.

De multiplikatorer som beräknas från den globala MRIO-modellen som används behöver anpassas till de svenska miljöräkenskapsdata på olika sätt. Detta eftersom de globala modellerna inte använder samma valuta, har olika produktgrupperingar och klassifikationer, samt olika landsaggregeringar. Hur modellen är uppbyggd och vilka justeringar som behöver göras finns vidareutvecklat i Palm et al 2018 och Wood och Palm 2018.

Den översta delen i Figur 4.1 innefattar beräkningen av utsläpp eller resursanvändning per bransch och hur den omräknas med hjälp av svensk statistik så att man kan utläsa det inhemska (svenska) bidraget till den konsumtionsbaserade miljöpåverkan.

I den undre delen visas de fyra olika stegen för att beräkna miljöpåverkan utomlands. Dessa steg innefattar

- 1) beräkning av multiplikatorer i EXIOBASE på den aggregeringsnivå som finns i EXIOBASE,
- 2) aggregering av produktkategorier och disaggregering av grupper av länder för att anpassa multiplikatorerna till den svenska handelsmatrisen samt omvandling av valuta från euro till SEK,
- 3) fördelning av dessa multiplikatorer över den svenska handelsmatrisen per krona importerad produkt,
- 4) beräkning av den konsumtionsbaserade resursanvändningen eller de konsumtionsbaserade utsläppen utomlands på grund av den svenska konsumtionen.

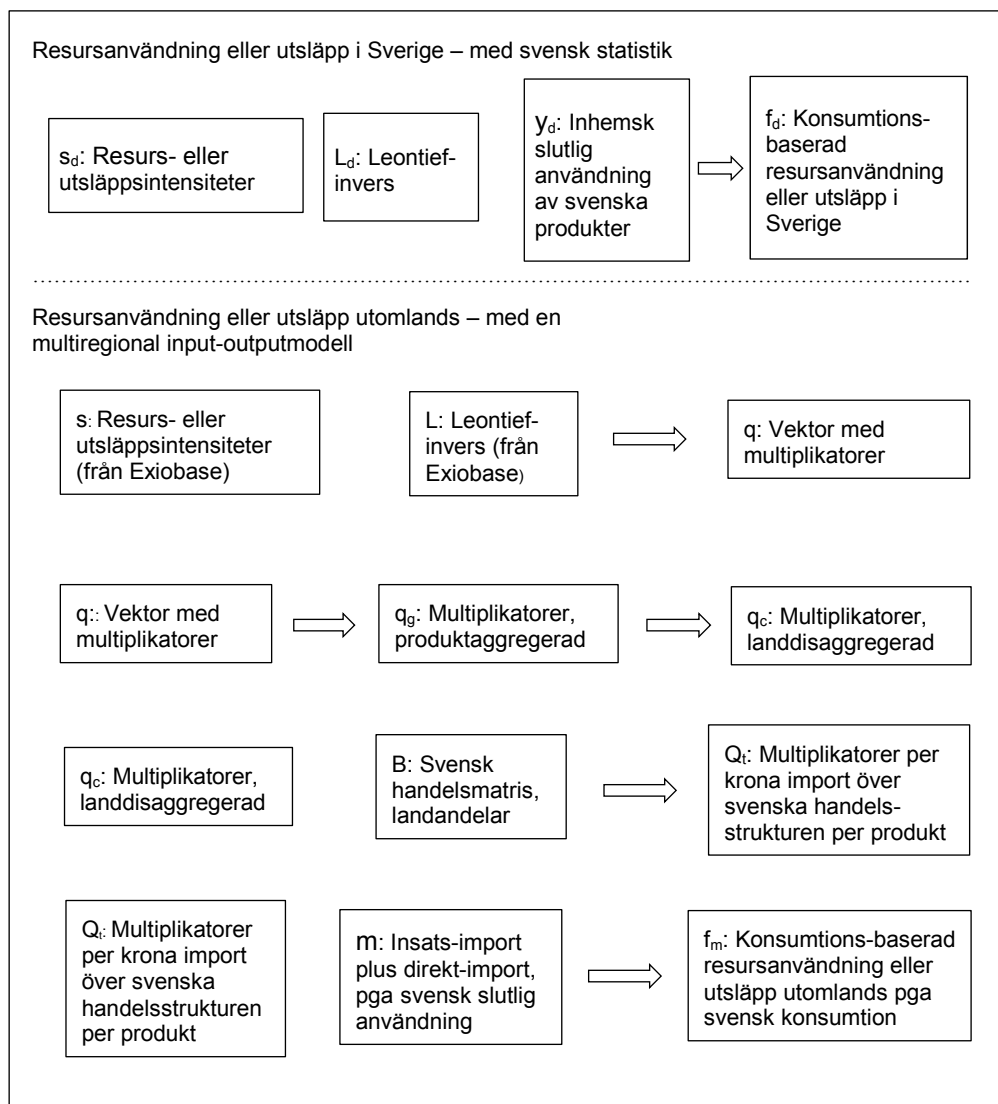
4.3 De statistiska kvalitetsaspekterna

De matematiska operationer som behövs för att koppla den nationella input-outputmodellen till en global multi-regional modell är kortfattat förklarade ovan. Av relevans för det fortsatta arbetet finns dock flera frågor om MRIO modeller och databaser som måste hanteras för att kunna redovisa resultat av tillräcklig kvalitet.

I forskningsprogrammet ingick att utreda hur några lämpliga indikatorer i PRINCE kan bli återkommande och löpande statistik. För att undersöka detta har vi använt de kvalitetsbegrepp och anvisningar som används för officiell statistik. Inom SCB används ett verksamhetsstöd för design, framställning och kommunikation av statistik (Figur 4.2). Det är utvecklat av statistiksamfundet och UNECE och används runt om i världen (UNECE 2013).

För statistiken som tagits fram i PRINCE har behovet (steg 1) kommit ifrån Naturvårdsverket och miljömålssystemet att se över indikatorer som kan användas för uppföljning av främst generationsmålet. Därefter har planering och design (steg 2) av en ny modell tagit vid. PRINCE har samlat in data och bearbetat dessa för att

Figur 4.1 Schematisk bild av den hybridmodell som tagits fram i PRINCE-projektet över den svenska konsumtionsbaserade miljöpåverkan i Sverige och utomlands



säkerställa tillräckligt god kvalitet i resultaten vad gäller bl.a. reproducerbarhet, begriplighet, relevans och datatillgång (steg 3-6). Därefter har resultaten analyserats, redovisats och kommunicerats (steg 6 och 7) bland annat genom denna rapport.

För uppdateringar av indikatorerna krävs planering, resurser och underhåll av metoder och statistiksystem. Eurostats riktlinjer och 15 principer för europeisk statistisk omfattar bland annat yrkesmässigt oberoende, mandat för datainsamling och tillräckliga resurser (Eurostat 2011). Det gör det möjligt att ta steget vidare till att ta fram officiell statistik. Frågorna som undersökts i programmet handlar om underliggande datakällor, planerad revideringspolicy, uppdatering och liknande.

Figur 4.2 Verksamhetsstöd för statistikframställning



Källa: UNECE 2013/Statistiska centralbyrån 2017

PRINCE-projektets val av multiregional input-outputmodell baserades på att den har flest miljöpåverkansvariabler och är något mer disaggregerad, jämfört med andra modeller. En fråga som är väsentlig är också hur ofta som modellerna kan tänkas uppdateras där EXIOBASE (Wood et al, 2015, Stadler et al, 2018) är den modell som har den längsta tidsserien.

I arbetet med PRINCE konstaterades tidigt (Moran et al, 2017) att för ett litet land som Sverige kan man arbeta med att låta MRIO modellerna beräkna miljökoefficienter (multiplikatorer), och länka dem till den svenska importen. Då kan den svenska statistiken behållas så korrekt som möjligt. Därmed blir inte valet av MRIO modell lika avgörande. Om den man använder slutar att uppdateras medan någon annan går vidare finns möjligheten att byta modell, så länge man använder en och samma modell för hela tidsserien. Ett annat alternativ hade varit att istället gå igenom de svenska data som finns i MRIO-modellen, ersätta den där den inte såg ut att vara representativ och sedan balansera om modellen.

För vissa utsläpp som ingår i EXIOBASE, så finns det vissa skillnader i jämförelse med svenska data. Det gäller bland annat att data för utsläpp av växthusgaser där data från UNFCCC används. Dessa är dock inte redovisade branschvis. Forskarnas som utvecklar EXIOBASE omarbetar denna statistik för att passa de ekonomiska indelningarna som krävs. Det gör att det som går in är jämförbart mellan länderna i modellen, men något annorlunda än svensk statistik i sin ursprungsform. Fördelningen av utsläpp från transporter blir också något annorlunda i EXIOBASE då det inte är möjligt att fördela ut varje bransch bidrag till de mobila utsläppen. I Sverige finns dock en modell uppbyggd via miljöräkenskaperna för att fördela ut utsläpp från mobila källor till sin respektive bransch.

För de modeller som har undersökts i PRINCE, inklusive EXIOBASE, WIOD, GTAP och andra kända modeller (Dawkins et al. 2018) finns det restriktioner för syftet att producera officiell statistik. Den viktigaste restriktionen är frågan om uppdatering av data. Med det sagt är det även så att den svenska enkelregionala modell som använts tidigare inte är tillräcklig för behoven att kvantifiera Sveriges miljöpåverkan utomlands. Därför är det en rekommendation att ändra SCB:s

modell och använda de multiregionala data som finns tillgängliga för att beräkna miljöpåverkan från import. Detta är styrt av att det faktiskt finns data att använda. I till exempel WIOD är tidsserien 2008–2014, EXIOBASE har en längre tidsserie bakåt i tiden men även den slutar 2014. Vi gör dock bedömningen att det finns tillräckligt intresse från olika institutionella aktörer som OECD, Eurostat och olika forskningsfinansiärer för att de multiregionala modellerna kommer fortsätta att produceras. Med den metod som är vald kommer dessutom ett byte av modell att kunna göras på ett enklare sätt än vad vi trodde var möjligt i början av programmet.

En fördel med att använda importmatriser och den information om hur handeln drar med sig miljöpåverkan från en multiregional modell jämfört med att bara inkludera information om vilket land importen sker från är att en multi-regional modell beskriver handelsströmmar och man därmed kan fånga i vilka länder olika delar av produktionen sker. Eurostat arbetar i projektet FIGARO med att få fram ekonomiska input-outputdata för att kunna göra input-outputanalyser för olika tillämpningar. Även OECD säger sig vilja fortsätta att arbeta med detta. De organisationerna har hitintills fokuserat mest på ekonomiska data och till viss del på utsläpp av klimatgaser. SCB kommer att presentera resultaten av PRINCE för de olika berörda arbetsgrupperna i statistiksystemen och föreslå att även miljödelarna får en större uppmärksamhet. Att dra nytta av det arbete som har lagts ned i att skapa EXIOBASE dataserier för miljövariabler kan vara av intresse också för andra länder.

Resultaten från PRINCE hybridmodell är inte lämpliga att använda på en alltför disaggregerad nivå. Inom produktgrupper finns många olika tillverkningsmetoder och liknande aspekter att ta hänsyn till. Exempelvis vad gäller kött finns det olika kvaliteter, det finns ekologiskt producerat kött och det finns konventionellt framtaget kött för konsumenten att köpa. Den detaljrikedomen går inte att få fram med hjälp av en input-outputanalys utan här skulle det krävas annan typ av statistik och analyser som kompletterar den informationsbas som finns tillgänglig. I projektet har kompletterande studier av miljöpåverkan från konsumtion av mat och dryck specialstuderats (kapitel 7).

PRINCE har inte tagit steget ut till en regional ansats, till exempel riksområden¹¹, län eller kommuner, men den möjligheten att vidareutveckla statistiken finns i ett längre perspektiv.

¹¹ Sverige är indelat i olika riksområden, NUTS. Den klassifikationen används för internationell jämförbarhet.

5 Luftföroreningar och växthusgaser

Indikatorerna som presenteras i detta kapitel handlar om drivkrafter och påverkan, jmf avsnitt 1.3 En konceptuell indikatormodell: DPSIR.

5.1 Datakällor och metod

Det här kapitlet använder den nya hybridmodellen för beräkning av miljöpåverkan från svensk konsumtion. Som beskrevs i kapitel 4 används den svenska statistiken från nationalräkenskaperna och miljöräkenskaperna för att beräkna den svenska egna miljöpåverkan. Sedan läggs den del som handlar om svensk konsumtions miljöpåverkan utomlands till med data från EXIOBASE.

Utfallet från modellen tar då hänsyn till slutlig användning, dvs konsumtion från hushållen, offentlig sektor och investeringar¹². Dessutom går det att se vilka länder som påverkas, och vilka produktgrupper som kommer ifrån de branscher som vår konsumtion efterfrågar.

5.2 Diskussion och resultat

Sverige är ett litet land som bedriver handel utanför gränsen vilket påverkar vår omvärld bland annat genom vår konsumtion av varor och tjänster. I termer av utsläpp av klimatgaser och luftföroreningar har svensk konsumtion en större belastning utomlands än i Sverige.

Tabell 5.1 redovisar utsläpp för hushåll, offentliga myndigheter och investeringar för 2014, som har beräknats inom PRINCE. Nedan kommer ett urval av dessa indikatorer att redovisas och presenteras.

För utsläpp av växthusgaser (koldioxid, metan och lustgas), NO_x, SO₂ och partiklar (PM_{2,5}) minskar de sammanräknade utsläppen från svensk efterfrågan, dvs konsumtionen under tidsperioden 2008–2014, se Figur 5.1. Minskningarna sker både i Sverige och utomlands.

¹² Hushållens ideella organisationer ingår i hushållen och lager ingår i investeringar. Export är exkluderat ur resultaten i detta kapitel.

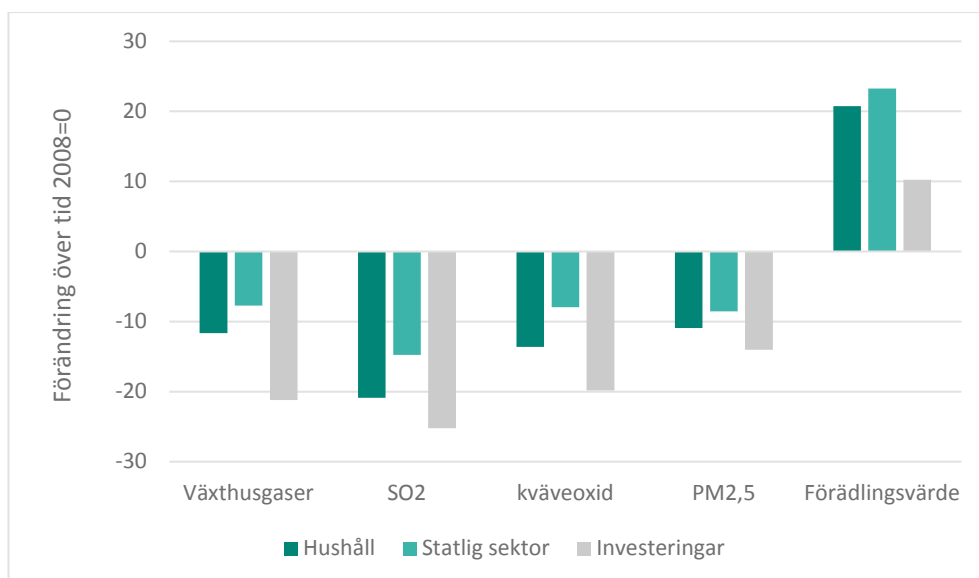
Tabell 5.1 Utsläpp från konsumtion per komponent och per capita, år 2014

Indikator	Hushåll	Offentliga myndigheter	Investeringar	Total	Total (ton) per capita
Växthusgaser (ton CO ₂ -ekvivalenter)	64 000 000	12 000 000	26 000 000	102 000 000	10,45
Fossil CO ₂ (ton)	46 000 000	9 000 000	21 000 000	76 000 000	7,77
SO ₂ (ton)	82 000	23 000	67 000	172 000	0,02
NO _x (ton)	187 000	47 000	81 000	315 000	0,03
Partiklar PM _{2,5} (ton)	24 000	4 000	14 000	42 000	0,004

Not: avrundade tal. Utsläpp från förändrad markanvändning (kapitel 7) är inte medräknade.

I figur 5.1 redovisas förändringen från 2008 till 2014 i utsläpp av växthusgaser, SO₂, NO_x och partiklar från privat och offentlig konsumtion samt investeringar (baserat på Palm et al, 2018). Resultat för växthusgaser redovisas också i Figur 9.1. Utsläppen av klimatgaser, SO₂, NO_x och partiklar har minskat för alla komponenter för denna tidsperiod. I figuren visas också utvecklingen av förädlingsvärden under samma tidsperiod.

Figur 5.1 Utveckling av utsläpp till luft och förädlingsvärde per användare, mellan 2008 och 2014

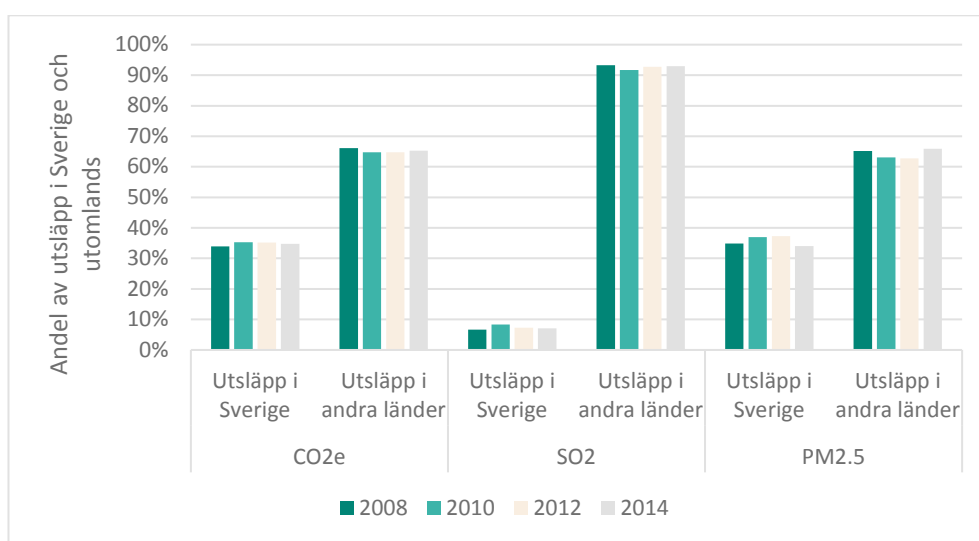


Källa: Baserat på Palm et al, 2018

Hushållens konsumtion står för 50% eller mer av utsläpp av växthusgaser, SO₂ och NO_x samt partiklar (Palm et al, 2018). Därefter kommer investeringar och sist offentlig sektor.

Figur 5.2 visar att andelen utsläpp som orsakas utomlands är för växthusgaser cirka 60%. Den är relativt konstant under tidsperioden 2008–2014. För SO₂ är andelen utsläpp som orsakas av svensk efterfrågan stor, nära 93% av utsläppen sker utomlands. För partiklar är andelen mer i paritet med växthusgaserna, strax över 60% tillräknas andra länder än Sverige.

Figur 5.2 Andel utsläpp från efterfrågan till luft och klimat från utsläpp i Sverige och import för konsumtion, vartannat år mellan 2008 och 2014



Källa: Baserat på Palm et al, 2018

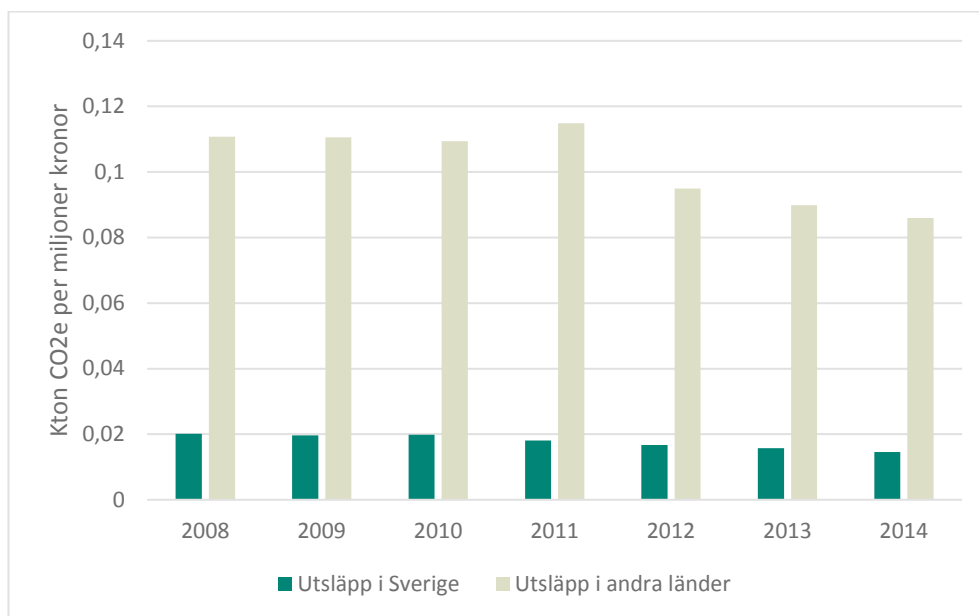
Figur 5.3 visar att utsläppsintensiteter för växthusgaser minskar både inhemskt och i andra länder för utsläpp från svensk efterfrågan mellan åren 2008–2014. Det betyder att producenter av varor och tjänster blir alltmer effektiva eller har bytt bränsletyp och släpper ut mindre växthusgaser per produktionsenhet.

Figuren visar att de varor och tjänster som Sverige importerar är utsläppsintensiva jämfört med svenskproducerade produkter. Det kan förklaras som att de varor och tjänster som produceras utomlands genererar höga utsläpp i de länder där de produceras.

En anledning till att nivåerna på utsläppen utomlands skiljer sig åt i olika länder har ofta att göra med den energimix som länderna behöver för sin produktion. För Sverige, som har en stor andel vatten- och kärnkraft för framställning av elektricitet märks skillnaderna tydligt när man jämför med en del andra länder som har mer fossilbaserad elproduktion. Detta har troligtvis en stor betydelse i skillnaderna som visas i resultaten från PRINCE. Vad gäller partiklar är en stor källa transporter följt av uppvärmning av bostäder. Ålder på fordonsflottorna har betydelse för resultaten

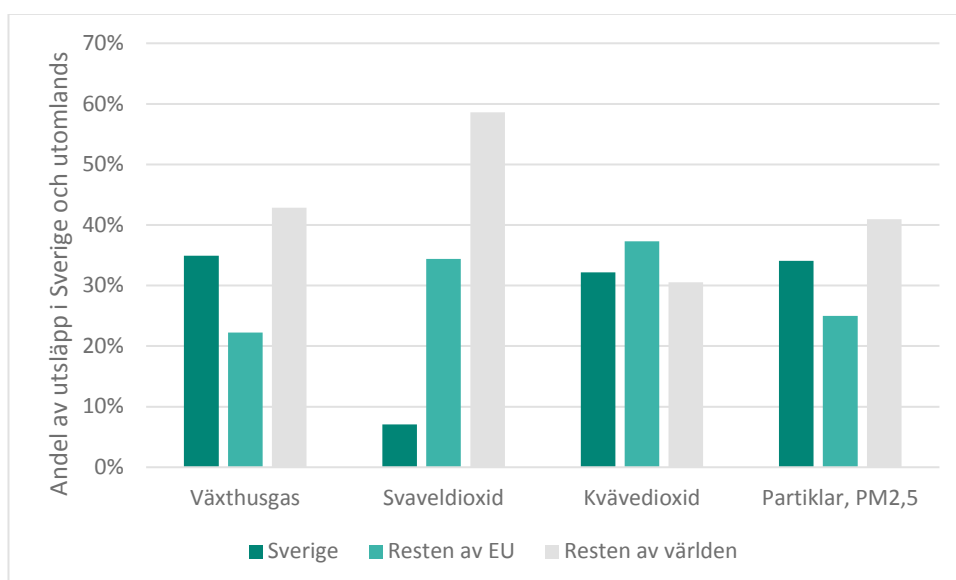
och även i vilken utsträckning kolbaserad uppvärmning av lokaler och hus används.

Figur 5.3 Förändringar i intensitet, kiloton växthusgaser per miljon kronor förädlingsvärde 2008–2014



Källa: Palm et al, 2018

Figur 5.4 Utsläpp från svensk konsumtion i Sverige och utomlands, växthusgaser, svaveldioxid, kvävedioxid och partiklar (PM2,5), 2014



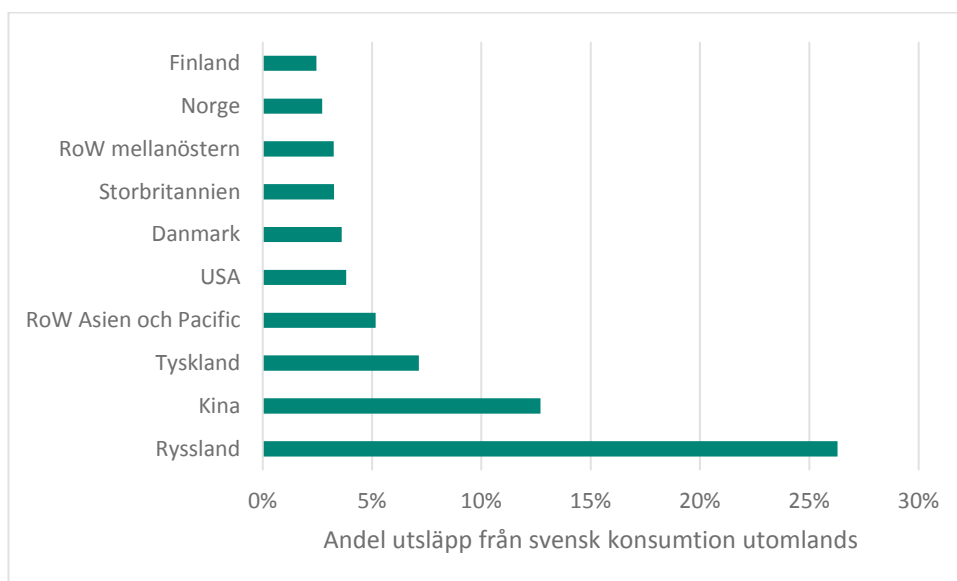
Källa: Baserat på Fauré et al, 2018

5.3 Var sker utsläpp av växthusgaser, kväve- och svaveloxider och partiklar

För växthusgaser, kväve- och svaveloxider och partiklar sker det mesta av utsläppen från den svenska konsumtionen i länder utanför Sverige (Fauré et al, 2018, Schmidt et al 2018). Men beroende på vilken miljöpåverkan som är av intresse att titta på skiljer sig resultaten. För växthusgaser sker en större andel av utsläppen i länder utanför EU. Detsamma gäller för svaveldioxid och partiklar. Av kväveoxider sker den största delen av utsläppen i resten av EU, se figur 5.4.

För växthusgaserna står Sverige för 35% självt för de utsläpp som uppkommer på grund av svensk konsumtion. Men svensk konsumtion påverkar utsläppen i mycket högre utsträckning i länder utanför Sveriges gränser. Figur 5.5 visar de tio största länderna eller regionerna i termer av svensk konsumtions miljöpåverkan av växthusgaser, exklusive de egna svenska år 2014. Om vi istället bara ser på enskilda länder, dyker bland andra de stora länderna upp, Ryssland, Kina, Tyskland och USA.

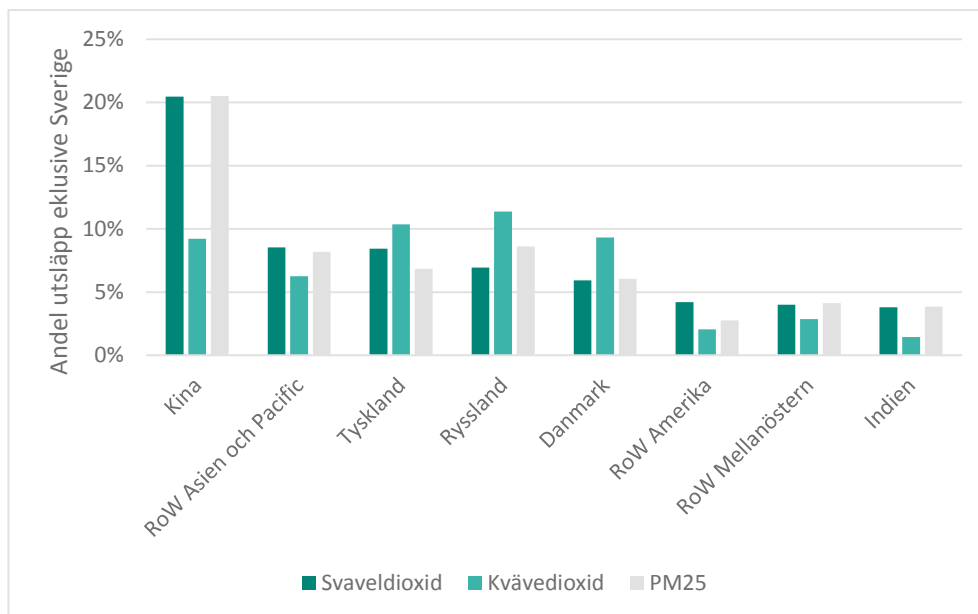
Figur 5.5 Utsläpp från svensk konsumtion – de tio största länderna eller regionerna, exklusive Sverige, växthusgaser, 2014



Källa: Baserat på Fauré et al, 2018

Figur 5.6 visar hur andelen miljöpåverkan från svensk konsumtion på svaveldioxid, kvävedioxid och partiklar (PM_{2,5}) ser ut för de 10 länder eller regioner med störst påverkan. Kinas andel är högst för både svaveldioxid och partiklar medan Rysslands andel är högst för kvävedioxid.

Figur 5.6 Utsläpp från svensk konsumtion – de tio största länderna eller regionerna, exklusive Sverige, svaveldioxid, kvävedioxid och partiklar (PM2,5), 2014



Källa: Baserat på Fauré et al, 2018

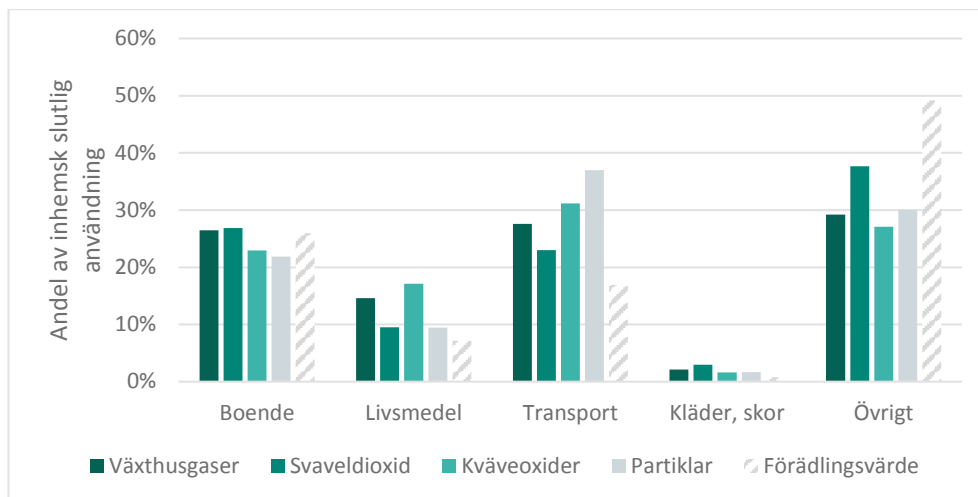
5.4 Produkters påverkan på luft och klimat

Ovan har vi redovisat resultat för den totala konsumtionen och delat upp den i vilka länder som svensk konsumtion påverkar. I detta avsnitt beskriver vi vilka produktgrupper som är de som bidrar mest baserat på Fauré et al, 2018. I tolkningen är det viktigt att få med sig att produkterna som visas är de som används i hela ekonomin för privat och offentlig konsumtion samt investeringar. Beroende på hur fin produktgruppsindelning som används så kan ordningen ändras. I figur 5.7 har vi slagit ihop produktgrupper i större aggregat, med fokus på mat, boende och transporter.

Efterfrågan på boende och övriga produkter står för 66% av växthusgasutsläppen, följt av transporter, livsmedel och kläder och skor. Övriga produkter består här av petroleum och stenkolsprodukter och offentlig verksamhet, som skola, vård och omsorg.

För svaveldioxid är situationen i stort sett densamma, förutom att efterfrågan på transporter leder till en större andel utsläpp än till exempel växthusgaserna. Det beror mycket på efterfrågan på sjöfart som använder högsvavelhaltiga bränslen i andra delar av världen.

Figur 5.7 Påverkansindikatorer, växthusgaser, svaveldioxid, kväveoxider och partiklar samt förädlingsvärde (en drivkraftsindikator) från svensk konsumtion per område år 2014. Andel av total konsumtion i Sverige. Här ingår inte de klimatgasutsläpp från avskogning som tas upp i kapitel 7.



Not: kategorierna innehåller produkter från följande branscher: Boende: C17, C31-32, D35, E36-39, F, L, M71-72, direkta utsläpp från bränsle, Livsmedel: A01- A03, C10-12, Transporter: C29-30, G45-47, H49-53, N79, Kläder: C13-15, Övriga: alla andra SNI. Se bilaga 3 för namn på branscher.

Vad gäller kväveoxider är boende och transporter förutom övriga produkter en stor del av utsläppen. För partiklar är det främst boende och övriga produkter som bidrar till utsläppen.

Intressant att notera är att nära hälften av förädlingsvärdet uppkommer inom övriga produkter, därefter boende, transporter, sedan livsmedel och sist kläder och skor. Inom övriga produkter finns t.ex. tjänster, elapparatur, grafisk produktion, glas, etc.

Faktaruta 1. Utsläpp från internationella transporter

Utsläpp till luft från internationella transporter: två ansatser

Två specialstudier har gjorts inom PRINCE om utsläpp från internationella transporter, ett område som är väsentligt att studera mer. Den ena studien utgick ifrån EXIOBASE och de ekonomiska data om handel som finns där för land, sjö och luftfart. Den andra studien utgick ifrån mikrodata över sjöfarten (AIS), vilka ger mer möjligheter att följa enskilda typer av varor och undersökte utsläpp från import med sjöfart direkt från Brasilien.

Makroansatsen som använder EXIOBASE utgick ifrån handelsmarginalerna och beskriver transporterna som en del av modellen snarare än exogent, dvs att transporterna är integrerade i modellen från början. Resultat från denna studie visade att ca 12 miljoner ton utsläpp av växthusgaser kommer från internationella transporter (flyg, fartyg, lastbil och tåg) till följd av svensk slutlig användning. Resultat visar att Sverige var under 2016 ansvarig för strax under 3 miljoner ton växthusgaser för varor som antingen lossades i Sverige eller utgick ifrån svenska hamnar.

Mikrodataansatsen har arbetat med stora datamängder från sjöfarten. I denna studie har man följt specifika produkter som går från Brasilien till Sverige. Genom tillgång till AIS data har studien analyserat 2 billioner rörelser av sjöfarten och länkat dessa med information om specifik information om bränsletillförsel och hastigheter.

En jämförelse mellan de två ansatserna gjordes också för handeln mellan Brasilien och Sverige. I MRIO ansatsen landade resultaten för växthusgaser och sjöfartens bidrag för handeln mellan Brasilien och Sverige på 9,6 tusen ton. För mikrodataansatsen landade resultaten på 6,7 tusen ton. En slutsats kring skillnaderna är att makroansatsen har en vidare systemgräns som också innefattar värdekedjor som inte är direkta.

Källa: Schim van der Loeff et al (2018) och Hu et al (2018)

6 Naturresurser

I projektet har vi beräknat Sveriges konsumtions direkta och indirekta naturresursanvändning i termer av markanvändning, materialflöden och vattenanvändning. Markanvändning innefattar areal jordbruksmark, skogsmark, betesmark, och mark för infrastruktur. Materialflödeskategorier är sand och grus, metaller, fossila bränslen, skogsprodukter och mat uttryckta i vikt. Vattenanvändningen innefattar vatten som tas från ytvatten eller grundvatten och används för konstbevattning, industriproduktion samt i hushållen.

Jämfört med utsläpp av klimatgaser och luftföroreningar är det svårare att analysera miljöpåverkan av naturresursanvändningen. Det är möjligt att använda en naturresurs på olika sätt och vilken miljöpåverkan som kommer utav detta beror på hur användningen sker. Effekterna av naturresursanvändningen är ofta lokala och beror bland annat på om användningen av naturresursen är hanterad inom kapaciteten av vad omgivningen kan hantera. Input-output går att använda för att beräkna den indirekta användningen av resursen, vilket kan ses som drivkraftsindikatorer inom DPSIR-ramverket där kopplingen till påverkan är indirekt.

6.1 Datakällor och metod

PRINCE har undersökt hur svensk konsumtion påverkar användningen av naturresurser, som markanvändning, vattenanvändning och materialflöden. I denna beräkning har de svenska naturresursdata som används i EXIOBASE, och som hämtas från FAO:s statistik, använts för att säkerställa att det är harmoniserad data som presenteras (Palm et al 2018). Det finns data för markanvändning, vattenanvändning och materialanvändning i de svenska miljöräkenskaperna men inte på lika detaljerade branschgrupper. Det är heller inte lätt att avgöra ifall avgränsningarna och klassificeringarna har varit desamma.

6.2 Diskussion och resultat

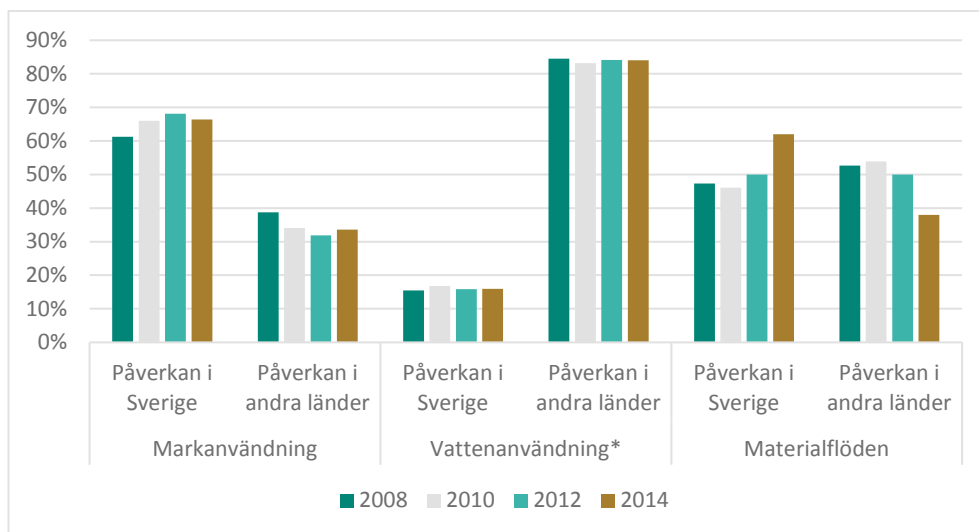
Resultaten som visas här är exempel på statistiken som PRINCE har utvecklat. Tabell 6.1 visar en lista på de indikatorer som har beräknats inom PRINCE och nedan redovisas några av dessa.

Tabell 6.1 Användning av naturresurser för konsumtion per komponent, och per capita, 2014

Indikator	Hushåll	Offentliga myndigheter	Investeringar	Total	Total per capita
Land (miljoner hektar)	13,5	1,9	12,9	28,3	2,9 hektar
Material (miljoner ton)	120	24	89	233	23,9 ton
Vatten (Mm ³)	860	110	230	1200	123 m ³

Jämfört med utsläpp till luft, där påverkan från utländsk produktion är störst, medför den inhemska produktionen för svensk konsumtion ett större uttag av naturresurser än den utländska produktionen. Undantaget gäller för vattenanvändning, där Sverige inte har behov att använda konstbevattning i samma utsträckning som andra länder gör för jordbruket. Sveriges efterfrågan på produkter tillverkade med naturresurser från Sverige ökar för både markanvändning och för materialflöden mellan 2008 och 2014, men inte för vatten (Figur 6.1).

Figur 6.1 Andel efterfrågan på naturresurser från inhemsk produktion och import för konsumtion, vartannat år, 2008–2014



*Vattenanvändning täcker så kallat "blått vatten", dvs vatten som tas från ytvatten eller grundvatten och exempelvis används för bevattning eller industriproduktion, men inte kategorierna grönt respektive grått, som täcker in vatten som avgår från markytan vid odling samt utsläpp till vatten.

Källa: Baserat på Palm et al, 2018

Faktaruta 2. Vattenanvändning i torra områden

Hur kan vattenanvändning specificeras ytterligare?

Vattenanvändningsindikatorn inom PRINCE visar den vattenvolym som använts vid tillverkningen av de produkter som köps, men ger ingen information om hur upptaget av vatten där produkten tillverkas påverkar omgivningen.

Två metoder har testats för att koppla ihop ett index för vattenbrist (Water scarcity indices, WSI) till resultaten för PRINCE vattenanvändning vid konstbevattning.

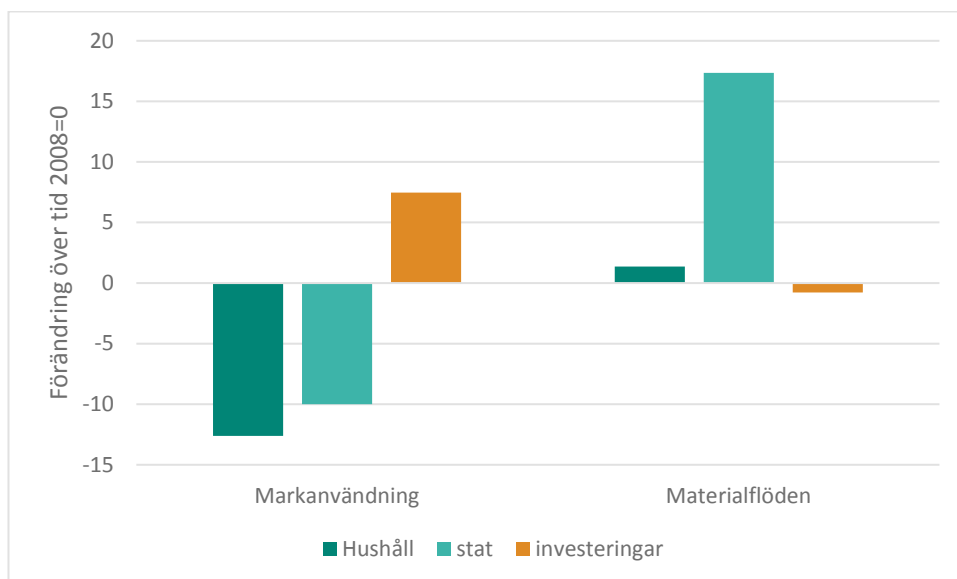
Den första metoden är baserad på resultat gällande vattenanvändning för jordbruksprodukter från EU-FP7 CREEA projektet (Lutter et al, 2016). Den andra metoden bedömer vattenbrist över väldigt stora områden som i praktiken har stor variabilitet, och kopplas inte till en specifik sektors vattenanvändning eller vattenområdets tillgång.

Resultaten visade stora skillnader mellan metoderna. Den mer detaljerade modellen från Lutter et al 2016 är att rekommendera för jordbruksprodukter. Dock är den beroende av stora mängder indata samt att den uppdateras, vilket inte sker regelbundet. Ytterligare arbete behövs för att finna metoder som bedömer vattenanvändning från annan än jordbruksprodukter. Av intresse är Flach et al, 2016 som har arbetat med en modell som tar hänsyn till regionala förhållanden och lokal vattenbrist, vilket kan ge förutsättningar för att koppla ihop länders importkedjor och regional påverkan på ett robust sätt.

Källa: West et al. 2018

Figur 6.2 visar förändringen mellan 2008 och 2014 för markanvändning och materialflöden per användare, det vill säga arealen mark som används och mängden material som den slutliga användningen från hushåll, offentlig sektor och investeringar drar med sig, nationellt och internationellt.

Figur 6.2 Utveckling av markanvändning och materialflöden per användare mellan 2008 och 2014



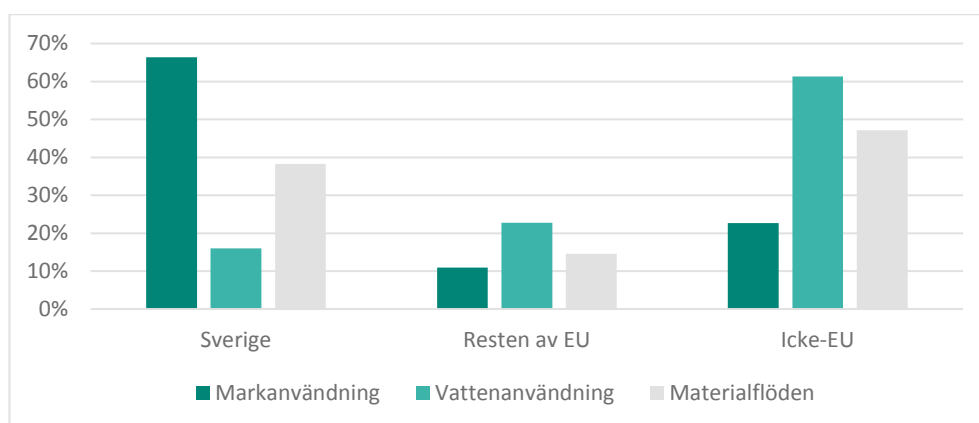
Källa: Baserat på Palm et al, 2018

Hushållens och den offentliga sektorns direkta och indirekta efterfrågan på markanvändningen har minskat under tidsperioden medan investeringarnas direkta och indirekta efterfrågan ökat. För materialflöden har den offentliga sektorns ökat sin direkta och indirekta efterfrågan på material med mindre förändringar för hushåll och investeringar.

6.3 Var sker användning av mark, material och vatten

Svensk konsumtion använder svensk mark i högre grad än utländsk mark, det mesta av detta är skogsmark. För vattenanvändning och materialflöden gäller dock det omvända. För vattenanvändningen ingår endast det ”blå” vattnet i beräkningarna som bland annat innehåller vatten för konstbevattning inom jordbruket, men inte evapotranspiration (avgång till luft från markytan) och utsläpp som ibland räknas in i vattenfotavtryck.

Figur 6.3 Användning av naturresurser kopplat till svensk konsumtion, 2014

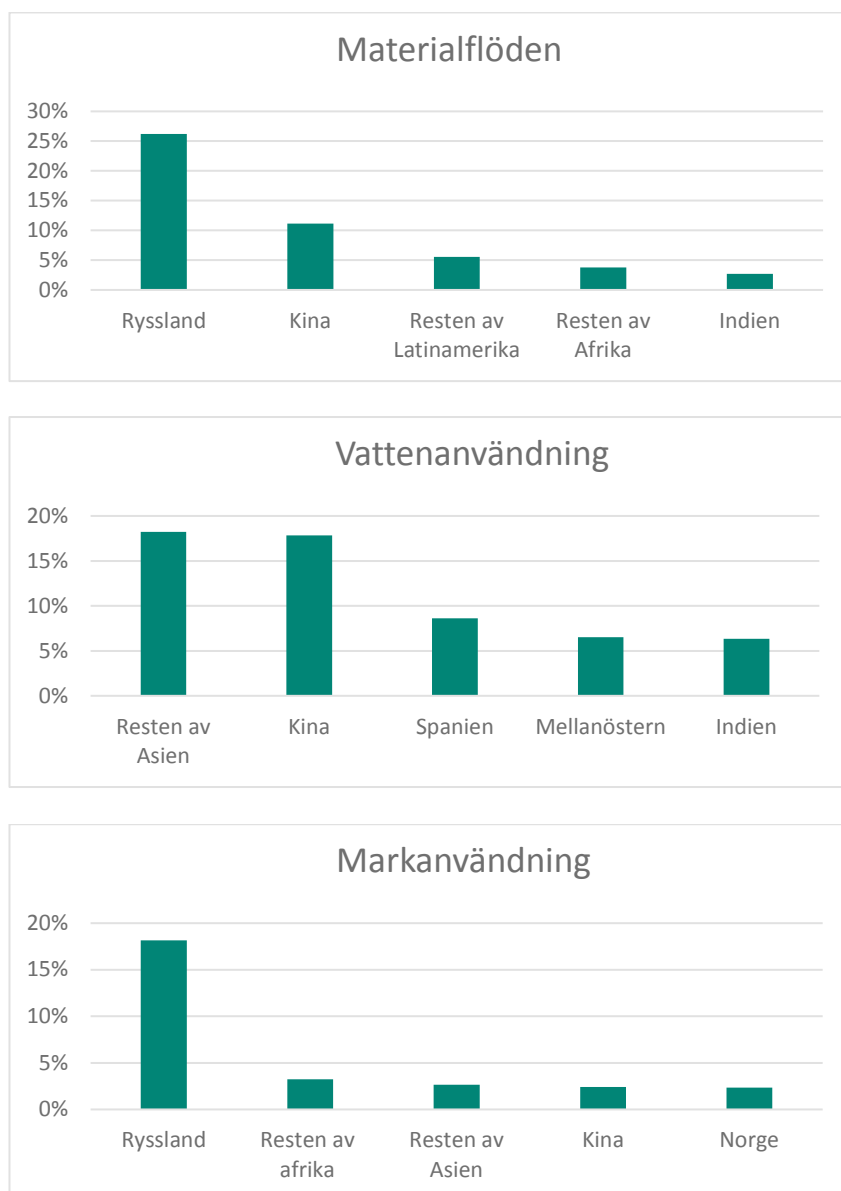


Källa: Baserat på Fauré et al, 2018

En fördjupning för de fem länder som svensk konsumtion påverkar i högst utsträckning visar att resultat varierar beroende på vilket område som vi tittar på.

För materialflöden och markanvändning dyker Ryssland upp som det land med högst påverkan. Kina återfinns för alla tre områden, materialflöden, vattenanvändning och markanvändning som syns i figur 6.4.

Figur 6.4 De fem länder där svensk konsumtion påverkar mest



Källa: Baserat på Fauré et al, 2018

Faktaruta 3. Socioekonomiska resurser i Kina

Socio-ekonomisk påverkan i Kina från svensk efterfrågan på varor och tjänster

Hur påverkas sysselsättning och inkomster i Kina när efterfrågan på deras varor och tjänster ökar ifrån Sverige? Sveriges direktimport från Kina utgör ca 3% av all import, men det är troligtvis så att den indirekta handeln med Kina utgör en större del med hänsyn till värdekedjeprocesserna för produktion. Därmed kunde en analys göras av den socio-ekonomiska påverkan.

Analysen gav att ca 0,1% av lönen till Kinas sysselsatta kommer ifrån svensk efterfrågan. Det är ungefär samma bidrag över alla inkomstgrupperna (10 stycken). Detta kan indikera att produkterna som exporteras till Sverige kräver en blandad kompetens, från yrken med lägre kompetenskrav till högsta möjliga utbildningsnivåer. Produkterna som efterfrågas är främst från utvinning av mineraler, tillverkningsindustrin, men även hotell och restaurang samt uthyrning.

Källa: Boonman et al (2018)

Faktaruta 4. IKT – sektorns materialanvändning, utsläpp och sysselsättning.

Påverkan från IKT-sektorn och reboundeffekter

I en specialstudie analyserades produkter och tjänster från Informations- och Kommunikationsteknik (IKT)-sektorn. Det är en sektor som vuxit kraftigt under de senaste decennierna. I studien av Joyce et al (2018) används EXIOBASE och IKT-sektorn definieras där som summan av fyra olika produktgrupper som innehåller både produkter (datorer mm) och tjänster (telefoni mm). I studien ingick utsläpp av växthusgaser, materialflöden och sysselsättning. Resultat presenteras för både Sverige och EU.

I takt med att sektorn har vuxit så har även miljöpåverkan vuxit, dock inte lika kraftigt. Det finns även indikationer på att miljöpåverkan minskat under senare tid trots sektorns fortsatta tillväxt.

Med hjälp av input-output analyser kan man också studera vissa typer av indirekta effekter. Det gäller speciellt så kallade reboundeffekter. De kan uppstå när man genom effektiviseringar lägger mindre pengar på en viss produktgrupp men i stället lägger samma mängd pengar på annan konsumtion. I studien analyseras reboundeffekter både om man minskar inköp av IKT-produkter och elektricitet. Om man minskar inköp av IKT-produkter så ökar miljöpåverkan beroende på att hushållen antas lägga pengar på andra produkter som har högre genomsnittlig miljöpåverkan än IKT-produkter. För elanvändning beräknas det omvända gälla, speciellt inom EU, vilket innebär att energieffektiviseringar leder till minskad miljöpåverkan även om hushållen spenderar samma mängd pengar på annan konsumtion.

Denna fallstudie visar att EXIOBASE (och i princip även PRINCE-modellen) kan användas för att studera miljöpåverkan av vissa produktgrupper och sektorer. Den illustrerar också hur modellen kan användas för att studera potentiella effekter av ändrade konsumtionsvanor. Det senare är ett exempel på hur PRINCE-modellen kan användas för policy-analyser.

Källa: Joyce et al (2018)

7 Miljöpåverkan från konsumtion av mat och dryck

PRINCE har studerat i detalj hur miljöpåverkan från jordbruk och andra landbaserade produktionssystem påverkas av svensk konsumtion av mat och dryck. Studien har inkluderat följande aspekter: växthusgasutsläpp från avskogning i tropikerna för att få mer odlingsmark samt metan och lustgas från jordbruksmark, husdjur och stallgödsel, övergödande utsläpp av kväve och fosfor, markanvändning, samt användning av agro-kemikalier (bekämpningsmedel i växtodlingen och antibiotika i djurhållningen).

Effekter av utsläpp av kväve och fosfor och användning av agro-kemikalier, liksom skövling av skog, kan leda till miljö- och hälsoproblem som är lokala och/eller regionala, i motsats till växthusgasutsläpp som leder till globala effekter genom klimatpåverkan. Indikatorerna som kommer från PRINCE ger här en bild över var i världen svensk livsmedelskonsumtion kan ge negativa miljö-och hälsoeffekter.

7.1 Datakällor och metod

Studien (Cederberg et al, 2018) är baserad på EXIOBASE i kombination med data från svensk jordbruks- och miljöstatistik för markanvändning och utsläpp av kväve och fosfor, data om jordbruksarealer och bekämpningsmedelsanvändning från FAOSTAT, data om användning av veterinär antibiotikamedicin från European Medicin Agency (EMA), samt data på skogsskövling och skogarnas kollager från satellitdata (Hansen et al, 2013, Zarin et al, 2016). Databasen i EXIOBASE innehåller uppgifter om utsläpp av metan, lustgas, kväve, fosfor, samt arealen markanvändning för närmare 50 länder och regioner i världen. I EXIOBASE är jordbruksdata uppdelad på flera grupper av grödor, djurslag och livsmedel och denna disaggregering av data gör det möjligt se vilka produktgrupper som är viktiga för matkonsumtionens miljö- och hälsoeffekter. Dagens svenska input-outputtabeller aggregerar jordbruksproduktion på ett sätt som inte möjliggör sådana tolkningar.

Specialstudien kring tropisk avskogning och resulterande växthusgasutsläpp (Pendrell et al, 2018) har använt en enkel *landbalansmodell* som allokerar avskogningen till åkermark, betesmark och skogsplantager i proportion till ökningen i areal för dessa marktyper, i enlighet med följande antaganden: där avskogning sker (1) om åkermark expanderar, så sker det i första hand på betesmark (om denna areal minskar) och i andra hand på tidigare skogsmark, (2) om betesmark och skogsplantager expanderar, gör de det på bekostnad av skogsmark. Avskogning som tillskrivs expanderande åkermark allokeras vidare till de åtta primära grödgrupperna i EXIOBASE baserad på deras relativa expansion.

Data för landbalansmodellen är främst baserat på satellitdata över avskogning (Hansen et al 2013), samt statistik från FAO för perioden 2000-2014, för 106 tropiska och sub-tropiska länder. Analysen är gjord på nationell nivå, förutom för Brasilien och Indonesien där den görs på regional och provinsnivå. Till grund för uppskattningarna av koldioxidutsläpp från avskogning användes geografiskt explicit data på skogarnas kollager (Zarin et al 2016).

7.2 Diskussion och resultat

I studien har vi identifierat några indikatorer som kan användas för att mäta påverkan, se Tabell 7.1 och i Figur 7.1 och 7.2 ges exempel hur dessa indikatorer kan redovisas.

Tabell 7.1 Indikatorer som har utvecklats i PRINCE för att mäta påverkan av svensk matkonsumtion

Indikator	Beskrivning av indikator	Enhet
Användning av bekämpningsmedel	Svensk matkonsumtions pesticidfotavtryck på världens regioner, uppdelad mellan herbicider, fungicider och insekticider.	Ton aktiv substans (för total svensk konsumtion per år) Gram aktiv substans/cap och år (fördelat befolkningen)
Användningen av veterinär antibiotika	Svensk matkonsumtions veterinär-antibiotika-medicinfotavtryck på världens regioner	Ton aktiv substans (för total svensk konsumtion per år) Gram aktiv substans/cap och år (fördelat befolkningen)
Markanvändning	Svensk matkonsumtions fotavtryck för användning av jordbruksmark, på världens regioner, uppdelad mellan åkermark och betesmark	Hektar mark (för total svensk konsumtion per år) m ² mark/cap och år (fördelat befolkningen)
Klimat	Svensk matkonsumtions klimatfotavtryck på världens regioner. Klimatfotavtryck inkluderar CO ₂ från fossil energi och avskogning, metan samt lustgas	Miljoner ton koldioxidekvivalenter (för total matkonsumtion per år) Kg koldioxid-ekvivalenter/cap och år (fördelat befolkningen)

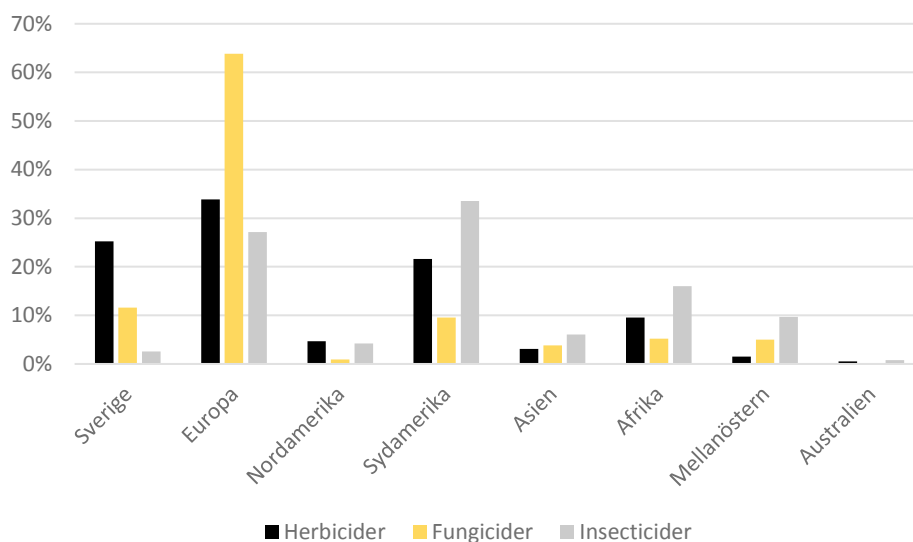
Källa: Baserat på Cederberg et al, 2018

Resultaten från beräkningar i EXIOBASE visade på att svensk matkonsumtion¹³ år 2013 hade ett pesticidavtryck om 2 934 ton herbicider, 1 636 ton fungicider och 659 ton insekticider (aktiv substans), fördelningen på världens regioner av dessa kemikalier visas i Figur 7.1. Användningen av bekämpningsmedel i svenskt

¹³ I denna indikator ingår konsumtion avgränsat till EXIOBASE sektorerna primärproduktion (8 grupper av grödor, 4 djurkategorier, en fiskgrupp), processade livsmedelsprodukter inkl drycker (11 grupper), samt Restaurang & hotell. För vidare diskussion om avgränsningar, se Cederberg et al, 2018.

jordbruk utgjorde endast en begränsad del av konsumtionens pesticidfotavtryck (25% av herbiciderna, 12% av fungiciderna och 3% av insekticiderna). Frukt och grönsaker är den produktgrupp som betyder mest för den totala användningen.

Figur 7.1 Fördelning av svensk matkonsumtionens pesticidfotavtryck år 2013 på världens regioner



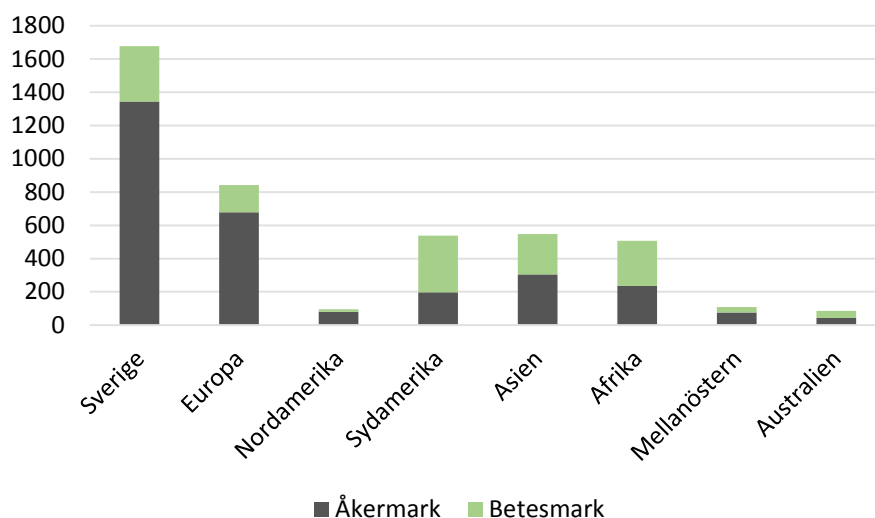
Källa: Baserat på Cederberg et al, 2018

Markanvändningen som svensk matkonsumtion orsakade år 2011 beräknades till 4,4 miljoner hektar jordbruksmark, varav 3 miljoner hektar är åkermark och 1,4 miljoner hektar är betesmark, se Figur 7.2. Knappt 40% av markanvändningen finns i Sverige, men förutom inhemsk åkermark så är också europeisk åkermark viktig för svensk matkonsumtion. Noterbart är att en relativt stor andel av betesmarkerna återfinns i utvecklingsländer. Åkermarken fördelar sig över flera typer av matkonsumtion medan användningen av betesmark framförallt kan härledas till konsumtion av nötkött.

Klimatfotavtrycket för svensk matkonsumtion år 2011 beräknades till 18.8 miljoner ton koldioxidekvivalenter, vilket fördelades på 34% fossil koldioxid, 37% metan, 19% lustgas och 11% koldioxid från avskogning (förändrad markanvändning). Nära 40% av matkonsumtionens klimatpåverkan kommer från svenska utsläpp. En majoritet av utsläppen av växthusgaser orsakade av svensk matkonsumtion sker därför i andra regioner, främst i andra europeiska länder (27%), i Asien (14%) och i Latinamerika (10%).

Fotavtrycket för användning av veterinär antibiotika orsakat av svensk matkonsumtion år 2013 beräknades till 45 ton aktiv substans och fördelades som 17% från svensk produktion, 70% från europeisk produktion och mindre delar i resten av världen.

Figur 7.2 Markanvändning (x 1000 hektar) av svensk matkonsumtion år 2011 på världens regioner



Källa: Baserat på Cederberg et al, 2018

Studien visar att svensk matkonsumtion har stor påverkan utanför landets gränser. Detta är särskilt tydligt för användningen av kemikalier i jordbruket samt utsläpp från avskogning för att få fram mer jordbruksmark. En viktig iakttagelse under arbetet i PRINCE är bristen på data och statistik om användning av kemikalier i världens jordbruk, detta gäller särskilt utvecklingsländer i motsats till EU-länder där det finns konsistent statistik. Denna databrist har i projektet hanterats genom antagande som baseras på data från länder med liknande produktionssystem eller med europeiska genomsnittsdata och de resultat som redovisas är därför sannolikt något mindre än de faktiska, se vidare Cederberg et al (2018).

Ovan diskuteras olika indikatorer för att beskriva miljöpåverkan från livsmedelskonsumtion. En viktig aspekt är utsläpp av närsalter och övergödning. Vad gäller en indikator med syfte att följa upp övergödningen som orsakas av svensk matkonsumtion bedömer vi att vidare utvecklingsarbete behövs. För Sverige finns det ett mycket bra dataunderlag för kväve- och fosforutsläpp till vatten medan beräkningsmodellerna i EXIOBASE för dessa utsläpp i övriga världen är kraftigt förenklade. Vidare behövs en god spatial uppdelning av var utsläppen sker för att göra en mer fullständig analys av övergödningseffekter. Analyserna visar dock att storleken på utsläpp av kväve och fosfor till vatten och luft som svensk matkonsumtion orsakar sannolikt är större utanför Sverige än inom landets gränser. Inom forskningen har de senaste åren metoder för att beräkna matens kvävefotavtryck presenterats men de bygger på aggregeringar av kväve i olika kemiska former. Vi bedömer att de ger otillräcklig information för att kunna visa om trenden för svensk matkonsumtion är huruvida den orsakar ökad eller minskad övergödning. Ett nytt forskningsprojekt om svensk

Faktaruta 4. Koldioxidutsläpp från avskogning

Koldioxidutsläpp från avskogning som följer med handel av jord- och skogsbruksprodukter – en analys av hela tropikerna

I denna studie kopplades avskogning till 10 jordbruks- och skogsprodukter i Exiobase, i 106 länder baserat på data på arealen jordbruksmark och skogsplanteringar. Projektet använde en kombination av geografisk data (avskogning och kollager) och nationell jordbruksstatistik för att uppskatta koldioxidutsläppen kopplad till svensk konsumtion.

Resultaten visar på att svensk konsumtion totalt orsakar koldioxidutsläpp på 4 miljoner ton per år, vilket är i samma storleksordning som de inhemska utsläppen av metan eller lustgas i jordbrukssektorn. Ungefär hälften av dessa utsläpp kan kopplas till privat konsumtion av livsmedel, i hushåll och restauranger, medan resten är resultatet av konsumtion i andra sektorer. De produktgrupper som bidrar mest till utsläppen av koldioxid är palmolja från Sydostasien (34%) och nötkött från Latinamerika (21%).

Källa: Pendrill et al (2018)

livsmedelskonsumtions kvävefotavtryck har startats under 2018 (Cederberg, pers medd, 2018).

De indikatorer som valdes för att följa upp effekter av kemikalier i produktionen av mat är användning av olika kemikalier (tre pesticidgrupper samt veterinär antibiotika). Olika pesticider har olika ekotoxiska och humantoxiska effekter och därför är det viktigt att arbeta för att pesticider redovisas mer detaljerat i den internationella statistiken. Den viktigaste internationella datakällan för jordbruket är FAOSTAT och här är det förvånande hur bristfällig inrapporteringen om pesticider är för många länder, särskilt utvecklingsländer. Detta är allvarligt eftersom jordbruket växer snabbt i många av dessa länder och deras produktion blir allt viktigare i handeln av jordbruks- och livsmedelsprodukter. Trots osäkerheter i indata, kan vi ändå säga att svensk matkonsumtion orsakar en stor användning av insekticider i Sydamerika och Afrika. Men vår kunskap om vilka effekter på hälsa och miljö som denna bekämpningsmedelsanvändning leder till i utvecklingsländer är ytterst bristfällig. För antibiotika i jordbruket är indikatorn ”användning av aktiv substans” mer robust, exempelvis pekar WHO på betydelsen av att minska användningen av antibiotika.

Uppskattningarna av växthusgasutsläpp orsakade av svensk livsmedelskonsumtion från EXIOBASE stämmer i stort med tidigare, mer detaljerade studier (se t ex Bryngelsson m fl 2016). Detta betyder att denna modell mycket väl kan användas för att följa denna indikator över tid, eftersom den baseras på FAO-data som kontinuerligt uppdateras (om än med några års eftersläpning). Uppskattningen av utsläpp relaterade till tropisk avskogning visar på ett potentiellt stort bidrag till klimatpåverkan från svensk livsmedelskonsumtion, där data fram tills nu helt saknats. Då även denna analys i stort bygger på data som kontinuerligt uppdateras så skulle även denna indikator kunna följas över tid.

Faktaruta 5. Konsumtion av vildfångad fisk

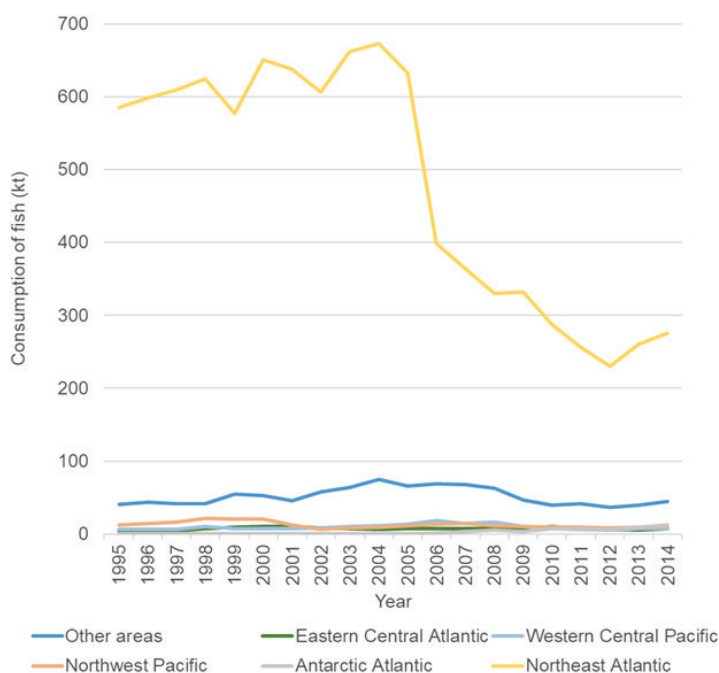
Förslag på ny metod att beräkna miljöpåverkan från konsumtion av vildfångad fisk

En specialstudie har gjorts inom ramen för PRINCE för att fördjupa informationen om vilken miljöpåverkan som hänger samman med konsumtionen av fisk.

Studien har undersökt vilka datakällor som existerar och föreslår att data ur "fishbase" om artgrupper och fiskemetoder kan användas tillsammans med data från FAO och från EXIOBASE för att ge mer detaljer om hur fisk från olika områden kan påverkas av t.ex. svensk konsumtion. Mer forskning behövs för att förstå hur den informationen kan användas i ett ramverk kopplat till input-outputtabeller och analys. Miljöpåverkan från odlad fisk ingick inte i studien.

Resultaten visar att det går att redovisa storleksordningar för hur mycket efterfrågan påverkar fiskeindustrin, men även en fördjupning av vilka artgrupper som påverkas på en makronivå. Den svenska fiskkonsumtionen av vildfångad fisk kommer till stor del från Nordöstra Atlanten. Detta innebär att EU:s fiskeregler spelar en väsentlig roll för miljöpåverkan från svensk fiskkonsumtion.

I figuren nedan visas konsumtion av vildfångad fisk i Sverige från 1995 till 2014, i kiloton, fördelat på var fisken har fångats, beräknad mha EXIOBASE. Den största delen av fisken kommer från Nordöstra Atlanten.



Källa: West et al (2018), Case study on www.prince-project.se

8 Kemikalier

Kemikalier ingår i vårt vardagsliv, i produkter vi använder direkt som konsumenter samt i produktionsprocesser i alla olika branscher. I Sverige finns miljöbalken och dess tillämpning som inramning för vilka kemikalier som är tillåtna att använda och på vilket sätt. Dock är större delen av lagstiftningen gällande kemikalier reglerad på EU-nivå. Att kemikaliehantering också utgör en global utmaning lyfts inte minst inom ramen för de globala hållbarhetsmålen (Agenda 2030).

Med alltmer komplexa produktionssystem som sträcker sig över nationsgränser är det en utmaning att mäta användningen av kemikalier och deras påverkan på miljön. Det svenska miljömålssystemets mål om ”Giftfri miljö” har denna utgångspunkt: *Förekomsten av ämnen i miljön som har skapats i eller utvunnits av samhället ska inte hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden. Halterna av naturfrämmande ämnen är nära noll och deras påverkan på människors hälsa och ekosystemen är försumbar. Halterna av naturligt förekommande ämnen är nära bakgrunds nivåerna.*¹⁴

Indikatorerna som mäter detta mål handlar om mängden slutbehandlat avfall, allergiframkallande kemikalier i produkter, hur mycket ekologisk mat och dryck som produceras, miljögifter i modersmjölk och införandet av miljöledningssystem för att nämna några få. De indikatorer som följs upp i miljömålssystemet har alla ett produktionsbaserat perspektiv och svenskt fokus vilket inte möjliggör uppföljning av den internationella dimensionen av generationsmålet. Exempelvis så finns det en indikator för giftfri miljö som följer mängden använda hälsofarliga kemiska produkter per person och år utifrån ett produktionsbaserat beräkningsmått. PRINCE-modellen möjliggör samma indikator men utifrån ett konsumtionsbaserat perspektiv vilket alltså visar även den användning av farliga kemiska produkter som ingått i produktionen för den svenska konsumtionen inklusive det som har använts för importerade produkter.

För att kunna beskriva miljöpåverkan från svensk konsumtion, inklusive påverkan utanför Sverige, har följande delfrågor besvarats inom kemikaliearbetspaketet i PRINCE-projektet:

- Vilka datakällor om fysiska flöden av kemikalier (tex användning och utsläpp) finns tillgängliga?
- Hur kan dessa datakällor kopplas till en multiregional input-outputmodell?
- Vilka makroindikatorer för kemikalier är på detta sätt möjliga att konstruera?

¹⁴ <https://www.miljomal.se/Miljomalen/4-Giftfri-miljo/>

8.1 Datakällor och metod

Det finns ingen global samordnad statistikinsamling för flöden av kemikalier, till exempel likt den som finns för nationalräkenskaperna. Vissa data för vissa typer av kemikalier samlas dock in, till exempel data över användning av bekämpningsmedel och veterinärmediciner. Efter genomgången av befintliga datakällor beslöts att gå vidare med miljöräkenskapsdata för användning av farliga kemiska produkter, den europeiska databasen för användning av veterinärmedicin från ESVAC (European Surveillance of Veterinary Antimicrobial Consumption), data om bekämpningsmedel från FAO (Food and Agriculture Organisation of United Nations), samt data från så kallade Pollutant Release and Transfer Registers (PRTR.net, 2017) för Sverige och EU/OECD innehållande rapportering av utsläpp från punktkällor över ett specifikt gränsvärde. Baserat på dessa kemikaliedatabaser föreslogs ett antal indikatorer för farliga ämnen (Tabell 8.1).

Tabell 8.1 Indikatorerna med respektive källa

Indikator	Exempel på enheter	Datakällor
Användning av farliga kemiska produkter	kg produkt (per faroklass) per år	Miljöräkenskaperna, SCB
Användning av pesticider (ej biocider)	kg aktiv substans per år	FAOSTAT
Användning av veterinärmedicin	kg aktiv ingrediens per år	ESVAC
Utsläpp av farliga substanser	kg aktiv substans per år	E-PRTR, PRTR och EXIOBASE
Potential inverkan av utsläpp från farliga substanser, med underindikatorer för humantoxikologi och ekotoxikologi	För mänsklig hälsa: Sjukdomsfall per år För miljön: $PAF^* \times m^3 \times \text{dag per år}$ *PAF betyder "potential affected fraction"	E-PRTR, PRTR och EXIOBASE

Källa: Persson et al., 2018

För indikator 1 finns data för Sverige som kan branschfördelas och som uppdateras årligen. Däremot finns det inte data för andra länder vilket innebär att svenska data måste extrapoleras till andra länder. För indikator två och tre används internationella databaser som finns för en del länder i världen, men inte alla vilket innebär att data även här till viss del måste extrapoleras till en del andra länder. Extrapoleringar medför högre grad av osäkerhet i resultaten.

För indikatorer 1, 2, 3 och 4 aggregeras användning respektive utsläpp baserat på vikt. Det innebär att man inte tar hänsyn till skillnader i farlighet mellan de ämnen som aggregeras. För indikator 5 används metoden Usetox (Rosenbaum et al, 2008) som utvecklats för miljöpåverkansbedömning inom livscykelanalyser. Med hjälp av karaktäriseringsfaktorer som beskriver det potentiella bidraget till human-

respektive ekotoxicitet per utsläppt mängd av ett ämne kan olika emissioner aggregeras och ge en total bild av potentiell toxicitet av utsläppen. Förarbeten som bidragit till arbetet med indikatorutvecklingen har publicerats separat (Sörme et al 2016 och Nordborg et al 2017).

8.2 Diskussion och resultat

För de föreslagna kemikalieindikatorerna har projektet kunnat redovisa resultat för år 2014 för svensk konsumtion (för detaljerad redovisning av indikatorresultaten se Persson et al 2018). Indikatorerna gav som förväntat en bild av en vid spridning av användning och utsläpp av farliga kemikalier över de flesta av samhällets branscher. Några produktgrupper av dem med högst användning eller utsläpp återkommer i flera av indikatorerna, tex livsmedel och produkter från bygg och anläggningar. En jämförelse av Sverige och resten av världen för alla indikatorerna visar att 10-24% av användningen och utsläppen av farliga kemikalier sker inom Sveriges gränser, och resterande andel utanför (se figur 8.1).

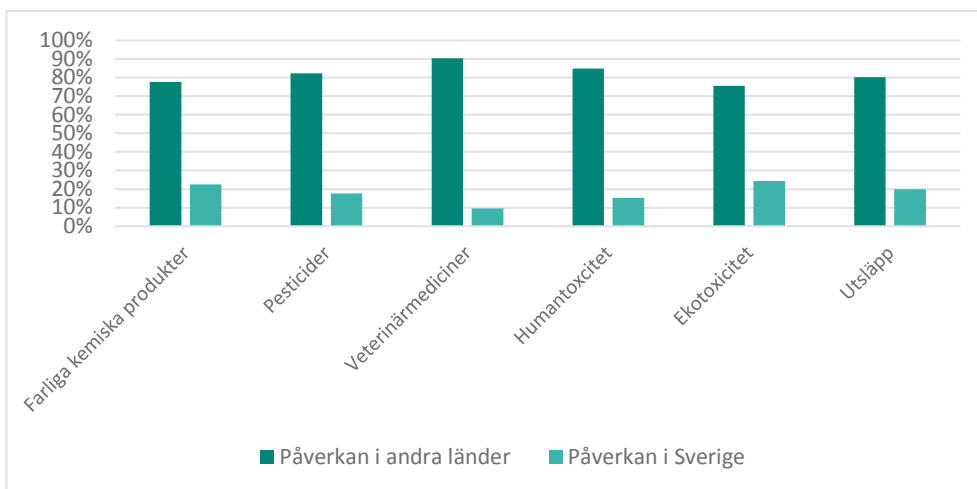
Användningen av farliga kemiska produkter är högst för produktgrupperna kemikalier och läkemedel, samt bygg- och anläggningsprodukter. Den största konsumtionen sker i Sverige och andra EU-länder. Här kan dock finnas en viss underskattning av användning i länder utanför EU där data i stor utsträckning saknas och uppskattningar behövt göras.

För användning av pesticider är Sverige det land med störst användning, följt av Holland och Brasilien. Produktgrupperna med störst användning är icke förvånande jordbruk- och livsmedelsprodukter. Användningen av veterinärmediciner för svensk konsumtion är allra högst i Tyskland, följt av Spanien och därefter Sverige. Produktgrupperna med störst användning är desamma som för pesticider: jordbruks- och livsmedelsprodukter.

Utsläppen av farliga ämnen kopplat till svensk konsumtion är störst i Ryssland följt av Sverige och Kina. Produktgrupperna med störst utsläpp är stenkol och raffinaderier samt bygg- och anläggningsprodukter.

De fem föreslagna indikatorerna kompletterar varandra och informerar delvis olika politikområden. Användning av farliga kemikalier regleras främst genom EUs regelverk (registrering, utvärdering, godkännande och begränsning av kemikalier - Reach). Pesticider och veterinärmedicin regleras inom jordbrukssektorns lagstiftning och utsläpp av ämnen från punktkällor regleras genom utsläppskrav på produktionsenheter.

Figur 8.1 Andel av användning, potentiell påverkan och utsläpp från svensk konsumtion, i Sverige och utomlands



Not: farliga kemiska produkter, pesticider och veterinärmedicin avser användning därav. Human- och ekotoxicitet avser potentiell påverkan och utsläpp avser substanser.

Källa: Persson et al, 2018

De indikatorer som presenteras här är de första i sitt slag för kemikalieanvändning och utsläpp. De befinner sig i ett relativt tidigt skede och kräver mer arbete innan de eventuellt kan inkluderas i ordinarie uppföljningsarbete. Ett nästa steg i utvecklingen av dessa indikatorer är att ta fram tidsserier såsom gjorts för ett antal andra indikatorer inom PRINCE projektet. Med tidsseriernas hjälp kan utvecklingen i den totala användningen av farliga ämnen i relation till konsumtionen storlek följas upp.

Andra aspekter att arbeta vidare med inkluderar närmare undersökning och möjlig minskning av osäkerheter, tex i skattning av användning och utsläpp för länder som ej ännu rapporterar data. Här finns stora utmaningar. Att samtidigt driva på det internationella samarbetet för förbättrad datatillgång är också en möjlighet.

Framtida utveckling kan vidare studera om ytterligare faroklasser kan inkluderas i indikatorn användning av farliga kemikalier. I dagsläget bygger den här indikatorn på tidigare arbete på SCB och inkluderar faroklasser för hälsofarliga kemikalier. Med ytterligare utvecklingsarbete kan tex faroklassen miljöfara också läggas till, alternativt redovisas separat.

9 Resultat och rekommendationer för fortsatt arbete

Projektet *Policy Relevant Indicators for Consumption and Environment* (PRINCE) startade 2014 och har haft de svenska miljökvalitetsmålen, och i huvudsak då generationsmålet som utgångspunkt.

Målet har varit att utveckla indikatorer som ska kunna användas som underlag i myndigheternas arbete med att utveckla strategier för en hållbar konsumtion och medverka till att generationsmålet kan nås. Indikatorerna ska ha en stabil och upprepningsbar metodik så att indikatorerna kan fortsätta följas upp.

De huvudsakliga miljöområden som PRINCE har analyserat är:

- Utsläpp till luft av betydelse för luftkvalitet och klimat
- Kemikalieanvändning
- Vatten- och markanvändning samt materialflöden
- Dessutom har det gjorts specialstudier kring matens miljöpåverkan, miljöpåverkan från informations- och kommunikationsteknologi, om socio-ekonomiska effekter i Kina av svensk konsumtion, om metoder att bättre bedöma miljöpåverkan från konsumtion av fisk, om koldioxidutsläpp från avskogning i tropikerna och om metoder att mäta sjöfartens betydelse för växthusgasutsläppen.

En stor del av arbetet har skett inom ramverket som utgörs av nationalräkenskapernas input-outputmodeller. Ett viktigt resultat från PRINCE var att vidareförädla den enkel-regionala modellen som SCB hittills använt för att beräkna luft- och klimatutsläpp från slutlig användning, inklusive privat och offentlig konsumtion samt investeringar, till en hybridbaserad multiregional modell (beskriven i kapitel 6).

De fördjupningsstudier som har gjorts har ökat kunskapen kring hur svensk livsmedelskonsumtion påverkar omvärlden ur ett miljö- men även ett hälsoperspektiv. Likaså har specialstudien om kemikalier för första gången kunnat kvantifiera påverkan från svensk konsumtion i världen i termer av användning och utsläpp av farliga ämnen.

Den nya hybrid-multiregionala modellen gör det möjligt:
Att bibehålla beskrivningen av den svenska ekonomin enligt den svenska officiella statistiken.

- Att så långt som möjligt använda svensk miljöstatistik för svenska förhållanden.
- Att använda den harmoniserade information som de multiregionala modellerna erbjuder för att belysa den globala handeln av varor och tjänster.

PRINCE har använt en av de multiregionala modellerna inklusive dess databaser, EXIOBASE, för att hålla den svenska ekonomiska strukturen intakt och koppla in handelsströmmarna mellan Sverige och resten av världen från en global multiregional modell. EXIOBASE har flest miljöparametrar av de undersökta modellerna och en möjlighet att använda en finare produktklassificering än många andra.

I projektet ges några rekommendationer som nedan presenteras kursivt.

Ändra SCB:s tidigare beräkningsmetod med en enkelregional modell och övergå till användning av de multiregionala data som finns tillgängliga i EXIOBASE för att beräkna miljöpåverkan från import.

Fortsätt utveckla modellen samt produktionsprocesserna som en del av miljöräkenskapssystemets officiella statistik. Det möjliggör analys av fler miljöområden jämfört med tidigare metod.

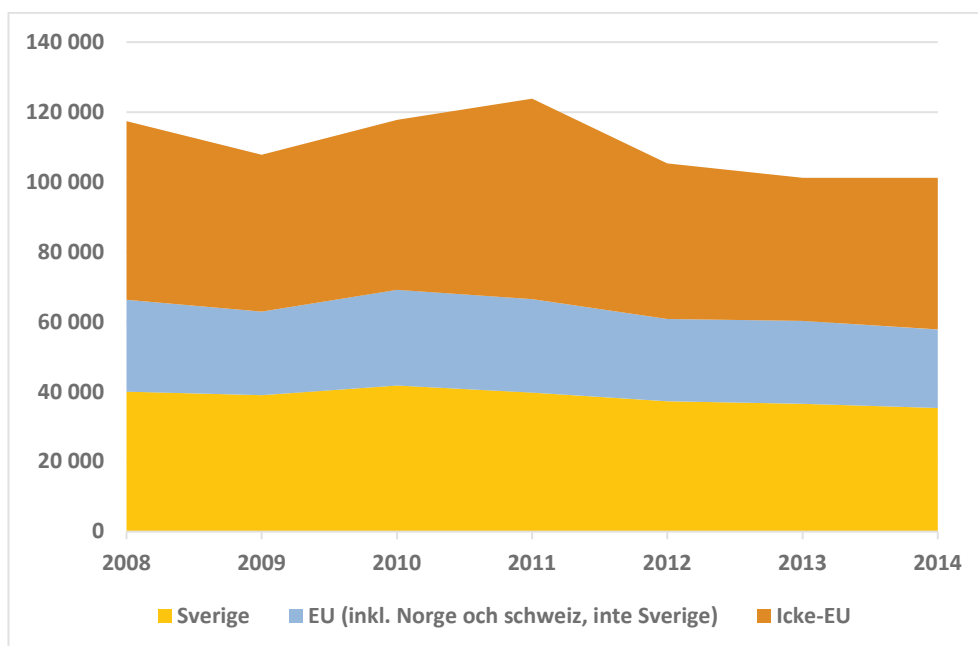
Använd PRINCE- modellen för att följa upp den svenska konsumtionens miljöpåverkan och generationsmålet för växthusgaser och utsläpp till luft av kvävoxider, svaveldioxid och partiklar.

För dessa utsläpp är beräkningsmetoder och datakällor etablerade och statistik visar också att utsläppen kan minska med byte av bränslen och utsläppsreducerande tekniker. Förslagsvis kan uppföljningen ske så att man kan följa vilka utsläpp som sker i Sverige, i EU plus Norge och Schweiz samt för övriga världen (Figur 9.1) i en indikator. Detta för att lagstiftning och produktionsförhållanden är relativt lika i EU och i Sverige. Analysen möjliggör även en finare indelning av länder.

De statistikansvariga myndigheterna bör fortsätta att driva på för att harmonisera och vidareutveckla miljöstatistiken internationellt, inte minst på kemikaliesidan.

Databaser över ländernas utsläpp och resursanvändning hos internationella organisationer som OECD och FAO är väsentliga för att kunna analysera miljöpåverkan från produktion och konsumtion. Det arbete som bedrivs för att följa upp Agenda 2030 kan vara en möjlighet att lyfta fram behovet av sådana data. Det gäller mål 12 om hållbar konsumtion och produktion, mål 13 om klimat, mål 14 om marina miljöer och mål 15 om terrestra miljöer.

Figur 9.1 Utsläpp av växthusgaser från svensk inhemsk konsumtion fördelat på utsläpp i Sverige, övriga EU +Norge och Schweiz samt övriga världen. Ton växthusgasekvivalenter



De indikatorer som valdes för att följa upp effekter av kemikalier i produktionen av mat är användning av olika kemikalier (tre pesticidgrupper samt veterinär antibiotika). Olika pesticider har olika ekotoxiska och humantoxiska effekter och därför är det viktigt att arbeta för att pesticider redovisas mer detaljerat i den internationella statistiken. Den viktigaste internationella datakällan för jordbruket är FAOSTAT och här är det förvånande hur bristfällig inrapporteringen om pesticider är för många länder, särskilt utvecklingsländer.

Följ upp konsumtionens användning av naturresurser som vatten, material och mark med studier som kan bedöma miljöpåverkan, t.ex. utsläpp från avskogning eller minskad biologisk mångfald.

Vattenanvändning i områden där grundvattennivåerna sjunker, eller markanvändning som bidrar till erosion eller avskogning är sådana mer specifika frågor som skulle vara bra att kunna urskilja men som kräver tillgång till mer data än vad som finns i modellen idag.

En möjlig väg att utveckla indikatorer för användning av naturresurser som mark och vatten samt utsläpp av kväve och fosfor är att utgå ifrån den analys av miljöpåverkan från mat och dryck som gjorts i PRINCE.

Vidareutveckla kemikalieindikatorerna och ta fram tidsserier för dessa för att så småningom kunna inkludera även dem i analysen av generationsmålet.

Kemikalieindikatorerna kräver ett visst vidare arbete med förbättrad metodik innan de skulle kunna inkorporeras i den ordinarie nationella statistiken. Det gäller bland annat vidare arbete med att minimera de osäkerheter som extrapolering av data till länder som saknar sådan medför. För de föreslagna kemikalieindikatorerna redovisas resultat för år 2014 för svensk konsumtion. För att bedöma hur Sverige möter generationsmålet krävs tidsserier av indikatorerna.

Vidareutveckla metoderna som föreslagits för att bedöma miljöpåverkan från fiskkonsumtion.

I projektet har ett första förslag till en metod tagits fram för att beräkna miljöpåverkan från konsumtion av vildfångad fisk, där data ur *Fishbase* om artgrupper och fiskemetoder används för att fördjupa analysen så att det inte bara framgår hur många ton fisk som konsumerats. Metoden kräver visst fortsatt utvecklingsarbete. Även miljöpåverkan från konsumtion av odlad fisk bör ingå i framtida studier.

Vidareutveckla metoderna för att analysera utsläpp från internationella transporter.

Två specialstudier har gjorts inom PRINCE om utsläpp av växthusgaser från internationella transporter. Den ena studien utgick ifrån EXIOBASE och de ekonomiska data om handel som finns där för land, sjö och luftfart. Den andra studien utgick ifrån mikrodata över sjöfarten (AIS), vilka ger mer möjligheter att följa utsläpp från enskilda typer av importerade varor. Även här krävs fortsatt utveckling av metodiken.

Bilaga 1 Utlysningstext

Svensk konsumtions miljöpåverkan

I den senaste fördjupade utvärderingen av miljömålen, liksom i "Underlag till en färdplan för ett Sverige utan klimatutsläpp 2050", diskuteras behovet av hållbar konsumtion för att nå miljömålen. Naturvårdsverket bjuder in forskargrupper att ansöka till ett nytt forskningsprogram om svensk konsumtions miljöpåverkan. Programmets storlek är omkring 15 miljoner kronor fördelade över tre år, med start våren 2014.

Utmaningar i miljöarbetet

Konsumtionen i Sverige och andra utvecklade länder ligger till grund för en betydande del av den globala användningen och förädlingen av naturresurser, varor och tjänster. Följden blir en ökad användning av farliga ämnen och en negativ miljöpåverkan. En fortsatt hög och ökande konsumtion av varor och tjänster motverkar och försvårar en ekologiskt hållbar utveckling, både i Sverige och globalt.

Det övergripande målet för miljöpolitiken är att till nästa generation lämna över ett samhälle där de stora miljöproblemen är lösta, utan att orsaka ökade miljöproblem utanför Sveriges gränser. Svensk påverkan på miljön i andra länder behöver tydliggöras, framför allt beträffande den miljöpåverkan som orsakas av importerade varor och tjänster.

Prioriteringar

Vi efterfrågar ett forskningsprogram om indikatorer. Syftet är att utveckla en stabil och upprepbar metodik för att följa och kvantifiera svensk konsumtions miljöpåverkan både i Sverige och utomlands fördelad på produkter och produktgrupper. Resultaten ska användas som underlag i myndigheternas arbete med att utveckla strategier för en hållbar konsumtion och därmed bidra till att konsumtionsmönster av varor och tjänster orsakar så små miljöproblem som möjligt, dvs. medverka till att generationsmålet nås.

Forskningsprogrammet ska rymma tre delar:

1. Utvärdering av modeller och beräkningar

Studier av växthusgaser med olika modeller visar betydande skillnader i resultat. Myndigheterna behöver kunna värdera olikheter i publicerade resultat. Vi efterfrågar en utvärdering av använda modeller och dess beräkningar av konsumtionens miljöpåverkan. Målet är att forskningen ska identifiera och

klarlägga principiella skillnader och likheter avseende datakällor och modeller identifieras och förklaras.

2. Indikatorer för växthusgaser, traditionella luftföroreningar och kemiska ämnen samt miljöpåverkan från uttag av resurser

Vi efterfrågar väl beskrivna och dokumenterade mått (indikatorer) för hur svensk konsumtion påverkar miljön i Sverige och i andra länder. Vi ser gärna en kombination av indikatorer som speglar olika skeenden i konsumtionskedjan. DPSIR-modellen (Driving forces, Pressures, States, Impacts och Responses), kan användas som tankemodell. Måtten bör lämpa sig för regelbunden - helst årlig - uppföljning och avse följande aspekter:

(a) Utsläpp av växthusgaser och traditionella luftföroreningar (SO₂, NO_x, NH₃ och VOC)

Vi efterfrågar mått/indikatorer som:

- omfattar klimatrapporteringens växthusgaser, d.v.s. koldioxid, metan, lustgas och fluorerade växthusgaser, i den mån de är betydelsefulla för utsläppsnivån,
- kan användas för att bedöma totala utsläpp, men också brytas ner på mer specifika produktkategorier (till exempel foder och livsmedel fördelade på olika sorters kött och vegetabilier) och
- möjliggör en separat redovisning av utsläpp från markanvändning/förändrad markanvändning, särskilt kopplad till produktion av foder och köttproduktion. Uppskattningen av utsläpp i andra länder ska göras med så god precision som möjligt.

(b) Kemiska ämnen

Det finns ett behov av mått/indikatorer som omfattar kemiska ämnen (dvs ämnen som tillverkats av människan och som ingår i produktionsprocesser och/eller kemiska varor/produkter) för att följa upp totala utsläpp och bryta ner dessa i specifika produktgrupper. Exempel är växtskyddsmedel och övergödande ämnen.

(c) Miljöpåverkan från uttag av resurser

För en tydligare bild av svensk konsumtions miljöpåverkan behövs lämpliga mått eller indikatorer för resursuttag av fossil energi, metaller, fisk och trä. Förändringar till följd av användning av vatten och land ska också beaktas.

3. Identifiera produktgrupper med betydande miljöpåverkan

Utifrån ett livscykelperspektiv behöver utsläpp och miljöpåverkan från varor och tjänster länkas till konsumenten. Vilka produktgrupper inom svensk konsumtion, privat respektive offentlig, ger upphov till störst eller allvarligast miljöpåverkan? Var finns de och på vilket sätt påverkar de miljön? Behöver den gängse statistiken eller statistikindelningen förändras? Behöver nya begrepp och definitioner

formuleras? Miljöeffekterna fördelas mer detaljerat mellan produktgrupper och utifrån geografisk lokalisering. Konsekvenser av olika detaljeringsnivåer bör belysas om relevant.

Övrigt

Naturvårdsverkets forskningsanslag finansierar forskning till stöd för verksamheterna vid Naturvårdsverket och Havs- och vattenmyndigheten. Vi efterfrågar tillämpad och policyrelevant forskning, där resultaten förutsätts bli användbara i myndigheternas arbete.

Myndigheter i andra länder gör liknande ansträngningar och behovet av ett förbättrat statistiskt underlag diskuteras i internationella organ. Forskningsprogrammet ska aktivt bevaka och förhålla sig till en sådan internationell utveckling, i syfte att effektivisera Sveriges internationella rapportering och möjliggöra jämförelser med andra länder.

Naturvårdsverket har utsetts av regeringen att ansvara för den officiella statistiken på miljöområdet. Forskningsprogrammet ska särskilt beakta statistik som faller inom ramen för Naturvårdsverkets och Havs- och vattenmyndighetens ansvarsområden. Statistikundersökningar ska dokumenteras för att beskriva olika aspekter av statistiken - kvaliteten, framtagningen och det detaljerade innehållet.

Forskningsprogrammet förväntas följa de kvalitetsbegrepp för officiell statistik och anvisningar för utformning av kvalitetsdeklarationer som utarbetats av Statistiska centralbyrån (SCB). Av ansökan bör framgå hur forskarna har tänkt arbeta med strategier för kvalitetsbedömning av datamaterial och slutresultat.

Forskningsprogrammet omfattar uppgifter som ställer krav på olika kompetenser och leder in på frågor av mång- och tvärvetenskaplig karaktär. En integrering bör ske mellan insatserna från olika forskningsdiscipliner. Av ansökan bör tydligt framgå hur en sådan integrering är tänkt att genomföras.

Vi ser kommunikation av forskningsresultaten som en mycket viktig del av forskningsarbetet. En kommunikationsplan ska därför ingå i ansökan.

Vi ser helst att ansökan skrivs på engelska. Ansökan görs elektroniskt via Naturvårdsverkets Ansökningsportal.

En programansökan ska omfatta samtliga problemområden. Programmet ska bygga vidare på resultat och insikter från tidigare genomförda undersökningar. Eventuella avgränsningar i förhållande till preciseringen av områdena ska framgå av ansökan.

Forskare som beviljas medel förväntas medverka i Naturvårdsverkets årliga konferens samt avsätta resurser för interaktion med myndigheter och andra relevanta aktörer.

Tidsplan

- 25 oktober, 2013 – Utlysningen öppnar
- 20 januari, 2014 – Sista dag för ansökan, utlysningen stänger
- Februari 2014 – Granskning
- Mars 2014 – Naturvårdsverket fattar beslut
- Mars 2014 – Kontrakt och utbetalningar

Kontakt

Martin Gustafsson, Enheten för forskning och information

E-post: martin.gustafsson@naturvardsverket.se

Telefon: 010-698 16 37

Läs mer:

- *Steg på vägen, Fördjupad utvärdering av miljömålen 2012*. Rapport 6500, Naturvårdsverket 2012
<http://www.naturvardsverket.se/Om-Naturvardsverket/Publikationer/ISBN/6500/978-91-620-6500-3/>
- *Underlag till en färdplan för ett Sverige utan klimatutsläpp 2050*. Rapport 6537 samt bilagor. Naturvårdsverket 2012
<http://www.naturvardsverket.se/Om-Naturvardsverket/Publikationer/ISBN/6500/978-91-620-6537-9/>
- *Konsumtionsbaserade miljöindikatorer – Underlag för uppföljning av generationsmålet*. Rapport 6483, Naturvårdsverket 2012
<http://www.naturvardsverket.se/Om-Naturvardsverket/Publikationer/ISBN/6400/978-91-620-6483-9/>
- *Methods to assess global environmental impacts from Swedish consumption - Synthesis report of methods, studies performed and future development*. NV report 6395, Naturvårdsverket 2010
<http://www.naturvardsverket.se/Om-Naturvardsverket/Publikationer/ISBN/6300/978-91-620-6395-5/>
- Om Generationsmålet:
<http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Sveriges-miljomal/Generationsmalet/>
Kvalitetsbegrepp och riktlinjer för kvalitetsdeklaration av officiell statistik. MIS 2001:1. Statistiska Centralbyrån 2001
- Om kvalitetsbedömning av statistik: Se t ex kapitel 17 i *Model Assisted Survey Sampling*. Springer-Verlag. Särndal, Carl-Erik, Bengt Svensson, Jan Wretman 1992

Bilaga 2 Lista på indikatorer

Denna tabell listar olika indikatorer som har beskrivits i de fördjupningar som har skett inom ramen för PRINCE.

Indikator	Exempel på enheter	Datakällor
Konsumtionsbaserade utsläpp till luft av betydelse för luftkvalitet och klimat och användning av naturresurser		
1. Utsläpp från svensk konsumtion totalt och per land	Ton, per land, växthusgaser, SO ₂ , NO _x , NMVOC, PM10, PM2,5 och TSP	Miljö- och nationalräkenskaperna, SCB samt EXIOBASE
2. Utsläpp från svensk konsumtion per komponent	Ton, offentlig sektor, hushåll och investeringar, växthusgaser, SO ₂ , NO _x , NMVOC, PM10, PM2,5 och TSP	Miljö- och nationalräkenskaperna, SCB samt EXIOBASE
3. Utsläpp från svensk konsumtion per produktgrupp	Ton, produktgrupp (SNI), växthusgaser, SO ₂ , NO _x , NMVOC, PM10, PM2,5 och TSP	Miljö- och nationalräkenskaperna, SCB samt EXIOBASE
4. Användning av naturresurser från svensk konsumtion totalt och per land	Areal, m ³ vatten, ton materialanvändning, terajoule, energianvändning per land,	Nationalräkenskaper, SCB samt EXIOBASE
5. Användning av naturresurser från svensk konsumtion per komponent	Areal, m ³ , ton, terajoule offentlig sektor, hushåll och investeringar	Nationalräkenskaper, SCB samt EXIOBASE
6. Användning av naturresurser från svensk konsumtion per produktgrupp	Areal, m ³ , ton, terajoule, produktgrupp (SNI), ,	Nationalräkenskaper, SCB samt EXIOBASE
7. Utsläppsintensitet totalt och per land	Ton per miljoner kronor, växthusgaser, SO ₂ , NO _x , NMVOC, PM10, PM2,5 och TSP	Miljö- och nationalräkenskaperna, SCB samt EXIOBASE
8. Utsläppsintensitet per komponent	Ton per miljoner kronor, offentlig sektor, hushåll och investeringar, växthusgaser, SO ₂ , NO _x , NMVOC, PM10, PM2,5 och TSP	Miljö- och nationalräkenskaperna, SCB samt EXIOBASE
9. Utsläppsintensitet per produkt	Ton per miljoner kronor, produktgrupp, växthusgaser, SO ₂ , NO _x , NMVOC, PM10, PM2,5 och TSP	Miljö- och nationalräkenskaperna, SCB samt EXIOBASE

Indikator	Exempel på enheter	Datakällor
Miljöpåverkan från konsumtion av mat och dryck		
10. Användning av bekämpningsmedel	Svensk matkonsumtions pesticidfotavtryck på världens regioner, uppdelad mellan herbicider, fungicider och insekticider.	Ton aktiv substans (för total svensk konsumtion per år) Gram aktiv substans/cap och år (fördelat befolkningen)
11. Användningen av veterinär antibiotika	Svensk matkonsumtions veterinär-antibiotika-medicinfotavtryck på världens regioner	Ton aktiv substans (för total svensk konsumtion per år) Gram aktiv substans/cap och år (fördelat befolkningen)
12. Markanvändning	Svensk matkonsumtions fotavtryck för användning av jordbruksmark, på världens regioner, uppdelad mellan åkermark och betesmark	Hektar mark (för total svensk konsumtion per år) m ² mark/cap och år (fördelat befolkningen)
13. Klimat	Svensk matkonsumtions klimatfotavtryck på världens regioner. Klimatfotavtryck inkluderar CO ₂ från fossil energi och avskogning, metan samt lustgas	Miljoner ton koldioxidekvivalenter (för total matkonsumtion per år) Kg koldioxidekvi- valenter/cap och år (fördelat befolkningen)
Konsumtionsbaserad kemikalieanvändning och miljöpåverkan		
14. Användning av farliga kemiska produkter	Kg produkt (per faroklass) per år	Miljöräkenskaperna, SCB
15. Användning av pesticider	Kg aktiv substans per år	FAOSTAT
16. Användning av veterinärmedicin	Kg aktiv ingrediens per år	ESVAC
17. Utsläpp av farliga substanser	Kg aktiv substans per år	E-PRTR, PRTR och EXIOBASE
18. Potential inverkan av utsläpp från farliga substanser, med underindikatorer för humantoxikologi och ekotoxikologi	För mänsklig hälsa: Sjukdomsfall per år För miljön: PAF* × m ³ × dag per år	E-PRTR, PRTR och EXIOBASE

Indikator	Exempel på enheter	Datakällor
Konsumtionsbaserad påverkan på fisk		
19. Konsumtion av havsfisk per land	Kiloton, per land	FAO Fishstat och EXIOBASE
20. Andel konsumtion av havsfisk per land	Procent, ranking av svensk konsumtion av fisk per land	FAO Fishstat och EXIOBASE
21. Konsumtion av fisk från svensk efterfrågan per fiskgrupp	Kiloton, fiskgrupp	FAO Fishstat och EXIOBASE
22. Andel konsumtion av fisk från svensk efterfrågan per fiskgrupp	Procent, ranking av svensk konsumtion per fiskgrupp	FAO Fishstat och EXIOBASE
23. Svensk produktion av fisk per land för slutlig användning	Kiloton, per land	FAO Fishstat och EXIOBASE
24. Andel svensk produktion av fisk per land för slutlig användning	Procent, ranking av svensk konsumtion av fisk per land	FAO Fishstat och EXIOBASE
25. Svensk konsumtion av fiskeprodukter per typ av fångstmetod	Kiloton, typ av fångstmetod	FAO Fishstat och EXIOBASE
26. Andel svensk konsumtion av fiskeprodukter per typ av fångstmetod	Procent, ranking av typ av fångstmetod	FAO Fishstat och EXIOBASE
27. Konsumtion av fisk per fiskeområde	Kiloton, per fiskeområde (FAO fiskeområden)	FAO Fishstat och EXIOBASE
28. Andel konsumtion av fisk per fiskeområde	Procent, ranking av fiskeområde (FAO fiskeområden)	FAO Fishstat och EXIOBASE
29. Jämförelse svensk produktion av fisk med hög sårbarhet med svensk konsumtion av fisk med hög sårbarhet (high vulnerability fish)	Kiloton, produktion och konsumtion	FAO Fishstat och EXIOBASE

Bilaga 3 Svensk näringsgrensindelning

Ett utdrag ur svensk näringsgrensindelning med olika grupperingar som har använts i PRINCE. Namnen är förkortade. Fullständiga beteckningar finns på SCB:s hemsida MIS 2007:2-.

<https://www.scb.se/contentassets/d43b798da37140999abf883e206d0545/mis-2007-2.pdf>

SNI	Namn
A01	Jordbruk
A02	Skogsbruk
A03	Fiske och vattenbruk
B	Utvinning av mineraler
C10-12	Livsmedel, dryck, tobak
C13-15	Textil kläder läder
C16	Trävaror
C17	Pappers och pappersvarutillverkning
C18	Grafisk produktion
C19	Stenkol och petroleumprodukter
C20-21	Kemiska produkter; Läkemedel
C22	Gummi- o plastvaror
C23	Glas, porslin, cement
C24	Stål och metallframställning
C25	Tillv av metallvaror, försvarsindustri
C26	Datorer; Instrument
C27	Elapparatur
C28	Tillv av övriga maskiner
C29	Motorfordon
C30	Tillv av andra transportmedel
C31-32	Tillv möbler etc
C33	Ö tillv ej medicinsk; Medicinsk utrustn; Reparation av maskin
D35	el, gas och värme
E36	Vattenförsörjning
E37-39	Avloppsrening, avfall, återvinning
F	Bygg och anläggning
G45-47	Handel
H49	Landtransporter; Godstrafik, tåg, taxi
H50	Sjötransport
H51	Lufttransport
H52-53	Spedition; Post och bud, lagerhållning
I	Hotell; Restaurang
J58	Förlagsverksamhet
J59-60	Media
J61	Telekommunikation

SNI	Namn
J62-63	IT-tjänster
K64	Banker, fonder mm
K65	Försäkring o pension
K66	Stødtjänster till finans
L68	Fastighetsverksamhet
M69-70	Juridisk ekonomi tjänster; HK, PR o rådgivning
M71-72	Arkitekt tekniska tjänster; FOU
M73	Reklam, marknadsföring
M74-75	Design, foto, tolk; Veterinär
N77	Uthyrning o leasing
N78	Bemannning mm
N79	Resetjänster
N80-82	Bevakning; Fastighetsservice; Kontorstjänster; Samhall
O84	Offentlig förvaltning
P85	Utbildning
Q86	Hälso- och sjukvård
Q87-88	Vård, omsorg m boende; Öppna sociala insats
R90-92	Kultur, bibliotek mm
R93	Sport, fritid, nöje
S94	Medlemsorganisationer
S95	Rep av konsumentprodukter
S96	Ö konsumenttjänster
T-U	Förvärvsarbete i hushåll, ambassader

Bilaga 4 Referensgrupp

Julien Morel, Energimyndigheten (fram till augusti 2017, därefter på Naturvårdsverket),

Linus Klackenborg (under 2016), Energimyndigheten,

Helena Bergström, Lina Wendt-Rasch, KemI

Anna-Karin Johansson, Livsmedelsverket,

Anna-Lena Lökvist Andersen, Länsstyrelsen i Stockholm

Emilie Vejens, Länsstyrelsen på Gotland, RUS (Regional Utveckling och Samverkan i miljömålssystemet)

Birgitta Nilsson, VG region

Ann Christiansson, Svensk Handel

Johan Jarelin, Konsumentverket

Ingrid Haglind, Skogsindustrierna

Källförteckning och publikationer från PRINCE

Boonman, H. J., Hu, J., Tukker, A. (2018). Socio-economic impact of Swedish final demand on China. Submitt. JCLP.

Brolinson, H., Sörme, L., Palm, V., Tukker, A., Hertwich, E., Wadeskog, A. (2010). Methods to assess global environmental impacts from Swedish consumption, synthesis of methods, studies performed and future development, Naturvårdsverket.

Bryngelsson, D., Wirsenius, S., Hedenus, F., Sonesson, U. (2016). How can the EU climate targets be met? A combined analysis of technological and demand-side changes in food and agriculture. Food Policy, 59, 152-164.

Cederberg, C., Persson, M., Schmidt, S., Hedenus, F., Wood, R. (2018). Beyond the borders - burdens of Swedish food consumption due to agrochemicals, greenhouse gas emissions and land use change. Submitt. JCLP.

Croft, S. (2018). Alternative approaches to Exiobase for soy supply chains. Submitt. JCLP.

Dawkins, E., Moran, D., Palm, V., Wood, R., Björk, I. (2018). The Swedish Footprint: A Multi-model Comparison. Submitt. JCLP.

EEA (1999). Environmental indicators typology and overview. Technical report No 25/1999

Eurostat (2011). Riktlinjer för Europeisk statistik för medlemsstaternas och gemenskapens statistikansvariga myndigheter. Antagna av kommittén för den europeiska statistiksystemet. 28 september 2011.

Falkenmark, M., Rockström, J. (2005). Rain: The Neglected Resource. Swedish Water House Policy Brief Nr. 2. www.swedishwaterhouse.se or www.siw.org

Fauré, E., Svenfeldt Å., Finnveden G., Hornborg A. (2016). Four Sustainability Goals in a Swedish low-Growth/ Degrowth Context. Sustainability, 8, 1080.

Fauré, E., Finnveden, G., Palm, V., Persson, L., Schmidt, S., Wood, R. (2018). Environmental pressures from Swedish Consumption - the largest contributing producer countries, products and services. Submitt. JCLP.

Flach, R., Ran Y., Godar, J., Karlberg, L., Suavet, C. (2016). Towards more spatially explicit assessments of virtual water flows: linking local water use and scarcity to global demand of Brazilian farming commodities. *Environ. Res. Lett.* 11 075003

Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A., Tyukavina, A., Townshend, J. R. G. (2013). High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*, 342(6160), 850-853.
doi:10.1126/science.1244693

Hu, J., Wood, R., Tukker, A., de Boer, B. (2018). Transport Emissions and the Swedish Carbon Footprint. Submitt. JCLP.

Inomata, S., Owen, A. (2014). A Comparative Evaluation of Multi-Regional Input-Output Databases. *Economic Systems Research Journal*, (Volume 26, Issue 3, pages 239-244, 2014)

Joyce, J., Finnveden, G., Håkansson, C., Wood, R. (2018). Indirect Rebound Effects in the ICT-sector – a Multi impact Analysis for Sweden and the EU. Submitt. JCLP.

Lanthorn H. (2015). What does it mean to do policy-relevant research and evaluation? Blog for the World Bank. Submitted 05/12/2015

Lutter S, Pfister S, Giljum S, Wieland H, Mutel C. (2016). Spatially explicit assessment of water embodied in European trade: A product-level multi-regional input-output analysis. *Global Environmental Change*. May;38:171–82.

Moran D, Wood D, (2014). Convergence Between the Eora, Wiod, Exiobase and Openeu's Consumption-Based Carbon Accounts. *Economic Systems Research* 26(3). 245-61

Moran, D., Wood, R., Rodrigues, J.F.D. (2017). A Note on the Magnitude of the Feedback Effect in Environmentally Extended Multi-Region Input-Output Tables: The Size of Feedback Effects in Environmentally Extended MRIOs. *J. Ind. Ecol.* <https://doi.org/10.1111/jiec.12658>

Naturvårdsverket (2016). De svenska miljömålen – en introduktion. Naturvårdsverket, Stockholm.

Nordborg, M., Arvidsson, R., Finnveden, G., Cederberg, C., Sörme, L., Palm, V., Stamy, K., Molander, S. (2017). Updated indicators of Swedish national human toxicity and ecotoxicity footprints using USEtox 2.01. *Environ. Impact Assess. Rev.* 62, 110–114. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2016.08.004>

OECD (2014). Understanding National Accounts. <http://www.oecd.org/sdd/UNA-2014.pdf>

Palm, V., Berglund, M., Dawkins, E., Finnveden, G., Schmidt, S., Steinbach, N., Wood, R. (2018). Environmental indicators for Swedish Consumption with multi regional input output hybrid modelling. Submitt. JCLP.

Pendrill, F., Persson, M., Godar, J., Kastner, T., Moran, D., Schmidt, S., Wood, R. (2018). Emission transfers through trade in deforestation-risk commodities. Submitt. JCLP.

Persson, L., Arvidsson, R., Berglund, M., Cederberg, C., Finnveden, G., Palm, V., Sörme, L. (2018). Indicators for national consumption-based accounting of chemicals. Submitt. JCLP.

Peters G.P, Davis S.J and Andre R (2012); A Synthesis of Carbon in International Trade. Biogeosciences 9(8). 3247-76

Prop 2010. Svenska miljömål - för ett effektivare miljöarbete, Regeringens Proposition 2009/10:155.

PRTR.net (2017). PRTR.net, the global PRTR portal. OECD, Grid Arendal and the UNECE. <http://prtr.net/en/implementation/>.

Regeringskansliet (2015). Policyrelevanta kunskapsöversikter inom utbildningsområdet. Bakgrund till sammanställningen och vägledning i evidensområdet. Utbildningsdepartementet

Rosenbaum, R.K., Bachmann, T.M., Gold, L.S., Huijbregts, M.A.J., Jolliet, O., Juraske, R., Koehler, A., Larsen, H.F., MacLeod, M., Margni, M., McKone, T.E., Payet, J., Schuhmacher, M., Van De Meent, D., Hauschild, M.Z. (2008). USEtox - The UNEP-SETAC toxicity model: Recommended characterisation factors for human toxicity and freshwater ecotoxicity in life cycle impact assessment. Int. J. Life Cycle Assess. 13, 532–546.

SCB (2012). Vattenuttag och vattenanvändning i Sverige 2010. MI 27 SM 1201 ISSN 1403-8987 MI- Miljövård och naturresurshushållning. URN:NBN:SE:SCB-2012-MI27SM1201_pdf

Schim van der Loeff, W.S., Godar, J., Prakash, V. (2018). A spatially explicit data-driven approach to calculating commodity-specific shipping emissions per vessel. Submitt. JCLP.

Schmidt, S., Södersten, C.-J., Wiebe, K.S., Simas, M., Wood, R. (2018). Understanding GHG emissions from Swedish consumption - Current challenges in reaching the generational goal. Submitt. JCLP.

SNA (2008). System of National Accounts, United Nations Statistical Commission.
<https://unstats.un.org/UNSD/nationalaccount/sna2008.asp> (hämtat 20180906).

Stadler, K., Wood, R., Bulovskaya, T., Södersten, C.-J., Simas, M., Schmidt, S., Usubiaga, S., Acosta-Fernández, J., Kuenen, J., Bruckner, M., Giljum, S., Lutter, S., Merciai, S., Schmidt, J.-H., Theurl, M.C., Plutzar, C., Kastner, T., Eisenmenger, N., Erb, K.-H., de Koning, A., and Tukker, A. (2018). EXIOBASE 3: Developing a Time Series of Detailed Environmentally Extended Multi-Regional Input-Output Tables. *Journal Of Industrial Ecology*, In press

Sörme, L., Palm, V., Finnveden, G. (2016). Using E-PRTR data on point source emissions to air and water— First steps towards a national chemical footprint. *Environ. Impact Assess. Rev.* 56, 102–112.
<https://doi.org/10.1016/j.eiar.2015.09.007>

UNECE 2013. <https://statswiki.unece.org/display/GSBPM/>

UNEP, 2015. The Emissions Gap report 2015. UNEP Synthesis Report, United Nations Environment Programme (UNEP). Nairobi, Kenya.

Vardon M, Burnett P, Dovers S (2016); The accounting push and the policy pull: balancing environment and economic decisions. *Ecological Economics* 124 (2016) 145-152.

West, C., Hobbs, E., Croft, S., Jonathan M. Green, Schmidt, S., Wood, R. (2018). Improving consumption based accounting for global capture fisheries. Christopher David West; Emilie Hobbs; Simon A Croft; Jonathan M Green; Sarah Y Schmidt; Richard Wood. Submitt. JCLP.

Wood, R., Stadler, K., Bulavskaya, T., Lutter, S., Giljum, S., de Koning, A., Kuenen, J., Schütz, H., Acosta-Fernández, J., Usubiaga, A., Simas, M., Ivanova, O., Weinzettel, J., Schmidt, J.H., Merciai, S., Tukker, A. (2015). Global Sustainability Accounting—Developing EXIOBASE for Multi-Regional Footprint Analysis. *Sustainability* 7, 138–163.

Wood, R., Palm, V. (2018). The Swedish hybrid model for policy relevant indicators - the link between the MRIO models and the Swedish IO tables. Draft Prep. *Econ. Syst. Res.*

Zarin, D. J., Harris, N. L., Baccini, A., Aksenov, D., Hansen, M. C., Azevedo-Ramos, C. Tyukavina, A. (2016). Can carbon emissions from tropical deforestation drop by 50% in 5 years? *Global Change Biology*, 22(4), 1336-1347.
[doi:10.1111/gcb.13153](https://doi.org/10.1111/gcb.13153)

Miljöpåverkan från svensk konsumtion – nya indikatorer för uppföljning

Slutrapport för forskningsprojektet PRINCE

RAPPORT 6842

NATURVÅRDSVERKET ISBN

978-91-620-6842-4

ISSN 0282-7298

Rapporten uttrycker nödvändigtvis inte Naturvårdsverkets ställningstagande. Författarna svarar själv för innehållet och anges vid referens till rapporten.

Forskningsprojektet PRINCE - Policy-Relevant Indicators for National Consumption and Environment, syftar till att öka kunskapen om svensk konsumtions miljöpåverkan i och utanför Sveriges gränser. Det handlar om vad konsumtionen orsakar i utsläpp till luft och klimat, påverkan på mark, resurs- och vattenanvändning samt användning av kemikalier och i vilka länder denna miljöpåverkan sker.

Forskningen finansierades av Naturvårdsverkets miljöforskningsanslag till stöd för Naturvårdsverket och Havs- och vattenmyndighetens arbete med uppföljningen av miljömålen. Den långsiktiga målsättningen är att forskningsresultaten ska kunna användas som grund för att få fram nya indikatorer som kan komplettera miljömålssystemets indikatorer och bidra till att följa upp generatonsmålet och vissa av miljökvalitetsmålen.

Forskningen leddes av Statistiska Centralbyrån. I konsortiet ingår forskare från Sverige, Norge, Holland och England. www.prince-project.se.



Havs
och Vatten
myndigheten



Naturvårdsverket 106 48 Stockholm. Besöksadress: Stockholm – Valhallavägen 195, Östersund – Forskarens väg 5 hus Ub. Tel: +46 10-698 10 00, fax: +46 10-698 16 00, e-post: registrator@naturvardsverket.se Internet: www.naturvardsverket.se **Beställningar** Ordertel: +46 8-505 933 40, e-post: natur@cm.se Postadress: Arkitektkopia AB, Box 110 93, 161 11 Bromma. Internet: www.naturvardsverket.se/publikationer