

## Miljöpåverkan från mat- och matavfallsflöden i Lerums kommun

Förstudie för att undersöka hur materialflödesanalys kan kombineras med livscykelanalys



*David Palm Maria Elander Hanna Ljungkvist Yuliya Kalmykova  
Leonardo Rosado*

**Författare:** David Palm (IVL), Maria Elander (IVL), Hanna Ljungkvist (IVL), Yuliya Kalmykova (Chalmers), Leonardo Rosado (Chalmers)

**Medel från:** IVL Svenska Miljöinstitutet, Mistra Urban Futures

**Fotograf:** Marie Ullnert

**Rapportnummer:** C 50

**Upplaga:** Finns endast som PDF-fil för egen utskrift

© IVL Svenska Miljöinstitutet 2014

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm

Tel: 08-598 563 00 Fax: 08-598 563 90

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

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

## Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	4
Summary .....	6
Förord.....	8
Förkortningar .....	9
1 Inledning.....	10
1.1 Bakgrund.....	10
1.2 Syfte.....	10
1.3 Metod .....	10
1.4 Avgränsningar .....	11
2 Insamling och anpassning av data.....	12
2.1 Framtagning av materialflöden.....	12
2.1.1 Anpassning av modellen .....	12
2.1.2 Datakvalitet.....	12
2.2 Framtagning av LCA-data .....	13
2.2.1 Datakvalitet.....	14
2.2.2 Miljöpåverkanskategorier .....	14
2.3 Kombination av materialflöden och miljöpåverkansdata.....	14
2.3.1 Urval och aggregering av matflöden.....	14
2.3.2 Exkluderade flöden .....	15
2.3.3 Matkonsumtion i olika branscher.....	16
2.3.4 Osäkerheter i använda miljöpåverkansdata .....	17
3 Miljöpåverkan av matkonsumtionen i Lerums kommun .....	18
3.1 Klimatpåverkan.....	18
3.2 Samlad miljöpåverkan.....	19
3.3 Viktiga matflöden.....	19
4 Miljöpåverkan av uppkomst och hantering av matavfall i Lerums kommun.....	21
4.1 Matavfallsmängder.....	21
4.2 Miljöpåverkan från onödigt matavfall .....	21
4.3 Miljöpåverkan vid avfallshantering .....	21

5	Slutsatser.....	23
5.1	Utveckling av metod.....	23
5.2	Miljöpåverkan från mat och matavfall i Lerums kommun.....	24
6	Litteraturförteckning .....	25

## Sammanfattning

Konsumtion av varor och tjänster ger upphov till materialflöden som i sin tur orsakar miljöpåverkan. I de fall miljöpåverkan från konsumtion i en kommun hittills har beräknats har ekonomiska flöden på nationell nivå omvandlats till materialflöden och sedan räknats ner till kommunal nivå. Denna metod kallas ekonomisk input-output livscykelanalys och möjliggör i mycket liten omfattning en anpassning av lokala skillnader från nationella konsumtionsmönster. I förstudien undersöktes därför hur materialflödesanalys (MFA) kan kombineras med livscykelanalys (LCA) för att utveckla en mer exakt metod för att beräkna den totala miljöpåverkan av konsumtion av varor och tjänster.

Förstudien begränsades till att omfatta mat- och matavfallsflöden i Lerums kommun. Data över matflöden togs fram med hjälp av MFA-modellen Urban Metabolism Analyst (UMAn). UMan möjliggör beräkningar av produkt- och materialflöden i en enskild kommun med avseende på bland annat import, export, utvinning, produktion, konsumtion och upplagrade materialflöden. Data om matavfallsflöden erhöles från Lerums kommun. De framtagna data för mat- och matavfallsflödena kombinerades sedan med LCA-data från IVL Svenska Miljöinstitutets LCA-databank. Miljöpåverkanskategorierna försurning, marknära ozonbildning, växthuseffekt, övergödning och primärenergi användning undersöktes i studien.

Den beräknade samlade miljöpåverkan från matkonsumtionen i Lerums kommun redovisas i avsnitt 3. Enligt beräkningarna gav matkonsumtionen i Lerums kommun år 2011 upphov till 33 000 ton koldioxidekvivalenter. Detta motsvarar knappt 0,9 ton koldioxidekvivalenter per invånare. Matkategorin kött (animaliskt fett, fläskkött, kyckling och nötkött) identifierades som en viktig kategori att påverka för att minska klimatpåverkan av matkonsumtion. Kött står för nästan en tredjedel av klimatpåverkan trots att kategorin utgör mindre än tio procent av det totala matflödet. Att ersätta proteinbehovet som nu täcks av nötkött med kyckling skulle minska den totala klimatpåverkan med 15 procent. Även salladsgrönsaker visar på en relativt stor miljöpåverkan.

Den beräknade miljöpåverkan från uppkomst och hantering av matavfall redovisas i avsnitt 4. Klimatpåverkan av det onödiga matavfallet, alltså av den mat som hade kunnat ätas om den behandlats annorlunda, motsvarar 2 100 - 2 300 ton koldioxidekvivalenter. Klimatpåverkan från behandlingen av matavfallet i Lerums kommun år 2011 beräknades till -185 ton koldioxidekvivalenter. År 2011 komposterade Lerums kommun fortfarande det separat utsorterade matavfallet medan det blandade avfallet förbrändes. Nu skickar Lerums kommun det separat utsorterade matavfallet till förbehandling och rötning. Med oförändrade matavfallsmängder hade klimatpåverkan med nuvarande förbehandling och rötning av matavfallet istället varit -280 ton koldioxidekvivalenter. Med en hundra procentig utsortering av 2011 års matavfallsmängder hade klimatpåverkan med nuvarande förbehandling och rötning motsvarat -360 ton. Detta kan jämföras med de nära 7 000 ton koldioxidekvivalenter som det genererade matavfallet gav upphov till vid produktion. Att förebygga matavfall är således en mycket mer kraftfull åtgärd för att minska matkonsumtionens miljöpåverkan än att ändra avfallshanteringen för det uppkomna matavfallet.

Att kombinera materialflödesanalyser från urban metabolism-modeller med miljöprestanda från livscykelanalyser är ett intressant framtida forskningsområde. Förstudien identifierade en rad kunskapsluckor och områden att utreda vidare, bland annat:

- Både mängden och kvaliteten på tillgänglig LCA-data behöver förbättras avsevärt för att kunna dra tydliga slutsatser från matchningar av MFA och LCA.
- Det bör närmare undersökas vilken aggregeringsnivå som är bäst lämpad för matchningen av MFA och LCA och om det kan vara lämpligt att lägga sig på olika detaljeringsgrad beroende på delområde.
- Den använda MFA modellen, UMan, tar inte fullt ut hänsyn till privata transporter över kommungränser. Detta ger upphov till vissa osäkerheter vid beräkningen av miljöpåverkan av konsumtionen i en viss kommun. Modellen bör anpassas för att bättre återge privata flöden över kommungränserna.
- I de fall ett materialflöde kan användas till olika ändamål uppstår svårigheter att skilja på vilka delmängder som används för respektive ändamål. Det bör undersökas vilka materialflöden som är relevanta med avseende på detta och hur ändamålsfördelningen ser ut för dessa.
- För bedömningen av miljöpåverkan från avfallshanteringen behövs ökad kännedom om vilka produkter som faktiskt återfinns i avfallsströmmarna. För komplexa produkter gäller detta även för produkternas innehåll. Det rekommenderas att detta tas hänsyn till i framtida plockanalyser.
- Kombinationen av MFA- och LCA-data ställer än högre krav på att metodval i materialflödesanalysen är konsekventa, vedertagna och transparenta då även mindre förändringar i materialflöden kan få stora effekter på miljöpåverkan (t.ex. för kött)

## Summary

The consumption of goods and services generates material flows causing environmental impacts. In cases where the environmental impacts from consumption has been calculated for a single municipality, national economic flows are generally transformed to material flows and subsequently downscaled to municipal level. This method is called economic input-output LCA and does to a very limited extent account for local differences in the consumption patterns. In this pilot study it was therefore investigated how material flow analysis (MFA) can be combined with life cycle analysis (LCA) in order to develop a more precise method for calculating the environmental impact from the consumption of goods and services.

The scope of the pilot study includes food and food waste flows in the municipality of Lerum. Data regarding food flows were calculated using the MFA model Urban Metabolism Analyst (UMAn). UMAn enables calculations of product and material flows on municipal level regarding e.g. import, export, extraction, production, consumption and accumulation of material flows. Data regarding food waste flows were collected from the municipality of Lerum. The MFA data for food and food waste were subsequently combined with LCA data from the IVL Swedish Environmental Research Institute's LCA data bank. The environmental impact categories addressed in the pilot study are acidification, formation of ground level ozone, greenhouse effect, eutrophication and primary energy use.

The calculated environmental impact from food consumption is presented in section 3. According to the calculations, food consumption in the municipality of Lerum caused greenhouse gas emissions equivalent to 33 000 tons carbon dioxide equivalents in 2011. This corresponds to almost 0.9 tones carbon dioxide equivalents per capita. The food category meat (animal fat, pork, chicken and bovine meat) was identified as an important category to influence in order to reduce the environmental impacts from food consumption. Meat accounts for almost a third of the climate impacts from food consumption even if it accounts for less than ten percent of the total food flow. To substitute the protein demand now filled by bovine meat with chicken meat would reduce the total climate impact with 15 percent. Also some vegetables such as tomatoes and salads have a relatively large environmental impact.

The calculated environmental impact from generated and treated food waste is presented in section 4. The climate impact of the avoidable food waste, i.e. food that could have been eaten if it had been treated differently, corresponds to 2 100 - 2 300 tons carbon dioxide equivalents. The climate impact from the treatment of food waste in the municipality of Lerum corresponded to -185 tons of carbon dioxide equivalents in 2011. In 2011 separately collected food waste in the municipality of Lerum was still composted and the mixed municipal waste incinerated. Currently the separately collected food waste in the municipality of Lerum is pre-treated and sent to anaerobic digestion. Given unchanged amounts of food waste, the climate impact from the current treatment of food waste would have been -280 tons of carbon dioxide equivalents. Assuming unchanged amounts of food waste and complete separate collection of food waste would result in -360 tons of carbon dioxide equivalents. These figures can be compared to almost 7 000 tons of carbon dioxide equivalents that the

wasted food caused during production. This shows that prevention of food waste is a much more powerful measure in order to reduce environmental impact of food consumption than to change the treatment of the generated food waste.

To combine material flow analysis from urban metabolism models with environmental performance from life cycle analyses is an interesting area of further research. The pilot study identified several knowledge gaps and areas to investigate further, e.g.:

- The amount as well as the quality of available LCA data needs to be considerably improved in order to be able to draw distinct conclusions from combinations of MFA and LCA data.
- It should be further investigated what level of aggregation is best suited for combining MFA and LCA data as well as whether it would make sense to use different levels of detail depending on different subareas.
- The applied MFA model, UMAN, does not fully account for private transports of goods across municipality borders. This results in certain uncertainties in the calculation of the environmental impacts from consumption in a specific municipality. The model should be adjusted to better reflect these private material flows across municipal borders.
- In cases where one material flow can be used for multiple purposes difficulties arise in terms of allocating the right subsets to the right purposes. It should be further investigated what material flows are relevant in this respect and how the subsets of these material flows should be allocated.
- Increased knowledge regarding the actual products in the waste streams is necessary in order to be able to accurately calculate the environmental impacts of waste treatment. For more complex products also knowledge regarding the content of the products is necessary. It is recommended that this is taken into account in future municipal waste picking analyses.
- The combination of MFA and LCA data stresses the importance that the chosen method in the MFA model is consistent, recognized and transparent since even small changes in material flows can get large effects regarding environmental impacts (e.g. for meat).



## Förord

Förstudien genomfördes av IVL Svenska Miljöinstitutet och gruppen Urban metabolism på Chalmers tekniska högskola i samarbete med Lerums kommun. Vi vill rikta ett stort tack till Lerums kommun för all hjälp med att ta fram specifika avfallsdata som behövdes för att anpassa och revidera den ursprungliga modellen och för att analysera resultaten utifrån ett kommunalt perspektiv. Vi vill framför allt tacka Karin Lindblad-Johansson och Maria Hansen för ert engagemang och er hjälp.

Stockholm, den 5 september 2014

Maria Elander på projektteamets vägnar

## Förkortningar

Chalmers	Chalmers tekniska högskola AB
IVL	IVL Svenska Miljöinstitutet AB
KN	Kombinerade nomenklaturen
LCA	Livscykelanalys
MFA	Materialflödesanalys
MJ	Megajoule
SNI	Svensk Näringsgrensindelning
UMAn	Urban Metabolism Analyst

## 1 Inledning

Förstudien genomfördes under januari-maj 2014 av IVL Svenska Miljöinstitutet AB (IVL) och gruppen Urban metabolism på Chalmers tekniska högskola AB (Chalmers) tillsammans med Lerums kommun. Studien ingår i IVL-projektet Urban metabolism och utgör en del av IVL:s input till plattformen Mistra Urban Futures.

### 1.1 Bakgrund

Begreppet urban metabolism infördes av Abel Wolman 1965 i artikeln ”The metabolism of cities” (Wolman, 1965). Han skrev att en stads metaboliska behov kan definieras som alla material och varor som behövs för att upprätthålla invånarna i hemmet, på jobbet och på fritiden. Begreppet grundar sig löst på analogin mellan organismers och städers metabolism (Kennedy m.fl., 2011). Städer liknar organismer på så vis att de förbrukar resurser och utsöndrar avfall i bred mening. Man kan se det som att städer omvandlar råmaterial, bränslen och vatten till byggd miljö, biomassa och avfall (Decker m.fl., 2000).

Konsumtion av varor och tjänster ger upphov till materialflöden. Inom forskningsområdet urban metabolism har miljöpåverkan av materialflöden huvudsakligen analyserats på global eller nationell nivå. Det saknas exakta metoder för att beräkna den totala miljöpåverkan. I de fall miljöpåverkan hittills har beräknats har ekonomiska flöden omvandlats till materialflöden och räknats ner från nationell till kommunal nivå. Denna metod kallas ekonomisk input-output livscykelanalys och möjliggör i mycket liten omfattning en anpassning av lokala skillnader från nationella konsumtionsmönster.

### 1.2 Syfte

Syftet med förstudien var att undersöka förutsättningarna och möjligheterna att kombinera materialflödesanalys (MFA) med livscykelanalys (LCA) för att beräkna miljöpåverkan av olika materialflöden. Detta skulle möjliggöra en ny *bottom-up*-metod för att mer exakt och detaljerat än genom ekonomisk input-output LCA beräkna miljöpåverkan av konsumtionsflöden på kommunal nivå. Förstudien avsåg dessutom att exemplifiera hur resursflöden i städer och kommuner kan analyseras för att ge beslutsfattare inom avfallshantering och stadsplanering ytterligare dimensioner och värdefull information.

### 1.3 Metod

I förstudien kombinerades materialflödesdata som tagits fram av Chalmers med hjälp av modellen Urban Metabolism Analyst (UMAn) med livscykelanalysdata från IVL:s LCA-databank. UMan inkluderar materialflöden för över 10 000 produktgrupper och möjliggör beräkningar av produkt- och materialflöden i en enskild kommun med avseende på ekonomiska aktiviteter, import, export, utvinning, produktion, konsumtion, upplagrade materialflöden, materialsammansättning samt produktion av

avfall. IVL:s LCA-databank innehåller en unik samling LCA-data från olika källor. För förstudien valdes bokföringsdata för att maximera datatillgängligheten.<sup>1</sup>

Den totala miljöpåverkan för de studerade materialflödena beräknades som produkten av fysiska materialflöden och dessa flödens relativa miljöpåverkan.

## 1.4 Avgränsningar

Förstudien genomfördes för att testa möjligheterna att kombinera materialflödesdata från UMAN med livscykelanalysdata från IVL:s LCA-databas. Med denna utgångspunkt bedömdes det som tillfredställande att undersöka ett begränsat antal materialflöden. De materialflöden som undersöktes begränsades därför till mat och matavfall. Valet gjordes utifrån antagandet att mat i större omfattning än andra varor förbrukas i samma kommun som de köps in i samt att dessa materialflöden utgör en relativt tydligt avgränsad del av konsumtionen.

Lerums kommun valdes som geografisk ram för de studerade materialflödena.

Miljöpåverkan från de studerade materialflödena representeras av miljöpåverkanskategorin klimatpåverkan, räknat i koldioxidekvivalenter. Påverkan redovisas även i begränsad mån för kategorierna försurning, övergödning, marknära ozon samt primärenergi.

Förutom att beräkna flödena för matkonsumtion och uppkomst av matavfall i Lerums kommun valdes följande exempel på frågor som skulle kunna besvaras genom kombinationen av MFA- och LCA-data:

1. Vilka matflöden och matavfallsflöden orsakar störst miljöpåverkan?
2. Vilka förändringar i vilka matflöden (inkl. matavfallsflöden) skulle innebära de största miljöförändringarna?
3. I vilken utsträckning minskar en förändrad behandling av matavfall den totala miljöpåverkan av uppkommet (onödigt) matavfall?

---

<sup>1</sup> Bokföringsdata av en produkt beskriver dess miljöpåverkan som en del av ett befintligt system. Det skiljer sig från marginaldata som beskriver miljöpåverkan av en förändring av ett system då till exempel ytterligare en produkt produceras. Om exempelvis en glödlampa lyser använder den en blandning av all elproduktion som är kopplad till nätet (bokföringsdata), men om ytterligare en glödlampa tänds måste mer el produceras. Den ytterligare glödlampen kan då anses använda den elproduktion som måste startas till följd av att vi tände den (marginaldata).

## 2 Insamling och anpassning av data

I detta kapitel redovisas hur MFA- och LCA-data för de studerade materialflödena togs fram samt metoden som utvecklades för att kombinera dessa.

### 2.1 Framtagning av materialflöden

Materialflöden (MFA-data) togs fram med UMAN modellen, som är en *top-down*-modell för materialflödesanalys (Rosado m.fl., 2014). Modellen använder sig av statistiska data för utrikeshandel, tillverkning, jordbruksproduktion och transporter för att beräkna årliga mängder varor till och från ett visst område. Konsumtionen av varor beräknas som tillförda varor till området minus borttransporterade varor från området. Data är angivna i fysiska kvantiteter (vikt och antal) och speglar de varukoder enligt den kombinerade nomenklaturen (KN) som används inom statistiken för produktion och handel både i Sverige och internationellt.

#### 2.1.1 Anpassning av modellen

Innan förstudien i Lerum hade UMAN endast använts för storstadsområden (t.ex. Storgöteborg). För storstadsområden, som består av ett flertal kommuner, har modellen fått bra datasäkerhet. Baserat på resultat från storstadsregionerna i Stockholm, Göteborg och Malmö och 16 årskörningar (1996-2011) uppvisar resultatet i modellen en genomsnittlig osäkerhet på 3,5 procent (Kalmykova m.fl., 2014; Patrício m.fl., 2014). I förstudien vidareutvecklades modellen för att kunna användas för mindre, enskilda kommuner. Detta gjordes genom att fördela en del av resursflödena till Storgöteborg till Lerums kommun. Fördelningen gjordes utifrån antal syselsatta inom en viss ekonomisk aktivitet enligt koderna för Svensk Näringsgrensindelning (SNI). Detta tillvägagångssätt har i det tidigare arbetet med UMAN visat sig riktigt för att fördela resurser från en hög aggregerad nivå, som Sverige, till en lägre aggregerad nivå, som Storgöteborg, i de fall data saknats på den lägre nivån.

KN-varukoderna (materialflödena) finns i modellen med högsta upplösning på åtta-siffrors-nivå (KN8). För att anpassa MFA-data till den nivå som det fanns tillgängliga LCA-data på, aggregerades de till fyra-siffrors-nivå (KN4). I det första uttaget valdes endast varor med en årskonsumtion över 10 ton ut. Detta resulterade i ca 100 olika typer av livsmedel (matflöden).

#### 2.1.2 Datakvalitet

För att få en uppfattning av kvaliteten på MFA-data för Lerums kommun jämfördes varukonsumtionen per person i Lerums kommun med motsvarande varukonsumtion i Storgöteborg och Sverige. Tabell 1 visar den beräknade matkonsumtionen för Lerums kommun, Storgöteborg och Sverige med UMAN modellen samt den genomsnittliga matkonsumtionen i Sverige enligt Jordbruksverkets beräkningar (Jordbruksverket, 2014).

**Tabell 1 Matkonsumtion (kg per person) i Lerums kommun, Storgöteborg och Sverige 2011 (UMAn 2014; Jordbruksverket, 2014)**

Livsmedel	Lerums kommun (UMAn)	Storgöteborg (UMAn)	Sverige (UMAn)	Sverige (Jordbruksverket)
Potatis	7	21	38	45
Fisk	16	44	20	15
Grönsaker	94	144	102	81
Mjök	35	56	132	183
Kött	27	60	95	88
Frukt	100	152	93	105
Spannmål	35	62	107	63
<b>Totalt</b>	<b>496</b>	<b>700</b>	<b>770</b>	<b>755</b>

Den totala livsmedelskonsumtionen i Sverige enligt UMAN skiljer sig endast med 2 procent jämfört med Jordbruksverkets data. Skillnaderna för olika typer av livsmedel är däremot i vissa fall betydliga, som till exempel för mjök, potatis och grönsaker. Det finns huvudsakligen två orsaker till detta:

1. Olika indelning av olika typer av livsmedel i UMAN (baserat på KN) respektive i Jordbruksverkets data  
Ett exempel är frysta potatisprodukter som enligt KN aggregeras till grönsaker, medan de i Jordbruksverkets indelning redovisas som potatis.
2. Fördelningen mellan slutprodukter och mellanprodukter i UMAN  
För att undvika dubbelräkningar av produkter definieras en andel av varje produkt som slutprodukt. Exempelvis kan mjök både vara en slutprodukt, som förbrukas av slutkonsumenter, och en mellanprodukt, som används för att tillverka ost eller smör. Det kan inte uteslutas att fördelningen mellan slutprodukter och mellanprodukter inte stämmer för Lerums kommun.

Den totala matkonsumtionen i Lerums kommun är betydligt lägre än både i Storgöteborg och i Sverige som helhet. Den viktigaste orsaken kan vara att invånarna i Lerums kommun i större utsträckning än de genomsnittliga invånarna i Storgöteborg och i Sverige köper matvaror i andra kommuner. Dessa "privata importörer" till Lerums kommun kan i nuläget ännu inte beräknas med UMAN. Av Lerums kommuns 39 000 invånare jobbpendlar 13 000 personer (34 procent) dagligen ut från kommunen (Statistiska centralbyrån, 2013a; Statistiska centralbyrån, 2013b). Endast runt 3 600 personer pendlar från andra kommuner till Lerums kommun medan 6 400 personer bor och arbetar i Lerums kommun (Statistiska centralbyrån, 2013a). Detta innebär att invånarantalet under vardagar minskar med ca 9 500 personer. Detta pendlingsmönster minskar delvis matkonsumtionen under veckan i Lerums kommun. Det kan också bidra till att en relevant andel av kommuninvånarna gör sina matinköp på andra orter än i hemkommunen.

## 2.2 Framtagning av LCA-data

För att möjliggöra en översiktlig miljöpåverkan sammanställdes en stor mängd LCA-data för projektet. Huvudsakliga datakällor var tidigare sammanställningar från

projektet Klimatkontot samt information från miljövarudeklarationer inom det internationella EPD-systemet och databasen Ecoinvent 2.2. En komplett redovisning av datakällor anges inte i denna rapport.

Sammanställd LCA-data för förstudien är av typen bokföringsdata då denna LCA-metodik är mer frekvent använd och möjliggör ett större dataunderlag än om konsekvensinriktad data använts. Vid bokförings-LCA används medeldata och syftet är att redovisa miljöpåverkan vid en viss tidpunkt i ett befintligt system. Konsekvens-LCA svarar istället på frågan hur miljöpåverkan i ett system påverkas av framtida förändringar (t.ex. lagstiftning). Marginaldata används ofta vid konsekvens-LCA eftersom förändringar sker på marginalen. Då det ofta är stora skillnader i miljöpåverkan av framställning av mat beroende på var och hur produktionen skett har i flera fall olika datamängder studerats för att ge en så aktuell och representativ bild av miljöpåverkan från mat som möjligt. Val av data har baserats på representativitet för geografi, tid och metod. I några fall har olika datamängder kompletterats för att inkludera flera miljöpåverkanskategorier.

### **2.2.1 Datakvalitet**

Överlag är datakvaliteten för enskilda matprodukter av lägre kvalitet vilket betyder att endast övergripande slutsatser kan dras från förstudien. För de matprodukter som enligt utförarnas erfarenhet har störst klimatpåverkan anses datakvaliteten vara god. För flödena kaffe, te och choklad (i olika former) saknas data för studien, vilket kan påverka resultatet.

### **2.2.2 Miljöpåverkanskategorier**

Data har tagits fram för miljöpåverkanskategorierna försurning, övergödning, växthuseffekt, marknära ozon (inte komplett) samt för primärenergianvändning. Att inkludera fler miljöpåverkanskategorier än enbart klimatpåverkan ger en möjlighet att dra slutsatser om eventuella avvägningar mellan olika miljöpåverkan, samtidigt som datakvaliteten generellt är lägre för övriga miljöpåverkanskategorier. Att inkludera ytterligare kategorier ansågs inte relevant för förstudien och hade krävt en mer omfattande datainsamling och dataproduktion.

## **2.3 Kombination av materialflöden och miljöpåverkansdata**

Förstudien har gjort ett första försök att utveckla en metodik för att kombinera flödesdata från en komplett materialflödesanalys (MFA-data) för matkonsumtionen i Lerums kommun med miljöpåverkansdata (LCA-data) från ett stort urval livscykelanalyser.

### **2.3.1 Urval och aggregering av matflöden**

I materialflödesanalysen identifierades ca 100 olika typer av livsmedel (matflöden). Dessa aggregerades till 26 olika matgrupper tillhörande 13 mer övergripande matkategorier (se Tabell 2). För matflöden/livsmedel med stor relativ miljöpåverkan har flera matgrupper valts för att ge en mer detaljerad bild medan matflöden/livsmedel med lägre relativ miljöpåverkan har slagits samman i större grupper. Hänsyn har också tagits till de matgrupper där flödena är stora för vissa produkter men mindre för andra

i valet av representativ miljöpåverkan. Det första utdraget av flödesdata omfattade endast matflöden större än 10 ton. Eftersom vissa typer av mat har en betydligt högre miljöpåverkan än andra gjordes ett andra uttag av flödesdata. Det andra uttaget omfattade samtliga matflöden större än noll. Inget av matflödena mellan 0-10 ton bedömdes ha en signifikant total miljöpåverkan, eftersom de visade sig vara mycket små flöden. De inkluderades därför inte vidare i studien.

**Tabell 2 Matkategorier och aggregerade matgrupper**

Matkategori	Aggregerad matgrupp
<b>Kött</b>	Nötkött
	Fläskkött
	Kyckling
<b>Fisk</b>	Fisk
	Skaldjur
<b>Mjölksprodukter</b>	Mjölk/yoghurt
	Smör och ost
<b>Ägg</b>	Ägg
<b>Grönsaker</b>	Potatis
	Rotfrukter
	Salladsgrönsaker
<b>Frukt</b>	Kiwi
	Äpplen
<b>Bröd och spannmål</b>	Bröd
	Majs
	Mjöl
	Ris
	Övrigt spannmål
<b>Oljor</b>	Olivolja
<b>Socker och godis</b>	Socker
<b>Dryck</b>	Sprit
	Vatten
	Vin
<b>Pasta<sup>1</sup></b>	Pasta
<b>Frukt<sup>1</sup></b>	Sylt och konserverad frukt
<b>Grönsaker<sup>1</sup></b>	Pastasås

<sup>1</sup> Dessa kategorier är tillagade matprodukter

### 2.3.2 Exkluderade flöden

För flödena inom kategorin oljor har flödena rapsolja och margarin inte inkluderats i beräkningarna. Anledningen är att dessa flöden är orimligt stora för att vara ämnade för matändamål. Troligen utgör de en blandning av olja för matändamål och för andra ändamål, men det var i projektet inte möjligt att uppskatta vilken andel av flödet som



var ett matflöde. Även kaffe, te och choklad har exkluderats på grund av avsaknad av lämpliga LCA-data.

De exkluderade flödena gör att miljöpåverkan kan vara underskattad.

### **2.3.3 Matkonsumtion i olika branscher**

Med UMAN är det möjligt att spåra i vilken ekonomisk bransch konsumtionen och därmed förbrukningen av resurser skett. UMAN omfattar runt 1 500 olika bransch-koder (SNI-koder). Några exempel för matrelaterade koder är charkuteri- och annan köttvarutillverkning (15130), juice- och safttillverkning (15320), drift av personalmatsalar (55510), catering för transportsektorn (55521), centralköksverksamhet för sjukhus, skolor, omsorgs- och andra institutioner (55522 och 55523) samt butikshandel med frukt och grönsaker och med kött och charkuterier (52210 och 52220).

I Tabell 3 har matkonsumtionen i Lerums kommun aggregerats till sex kategorier. Med konsumtion avses i detta fall inte slutkonsumenternas konsumtion, utan mängden av alla produkter som flödar in till Lerums kommun och på ett eller annat sätt förbrukas, exempelvis via tillverkningsindustri, detaljhandel och privatpersoner. I UMAN sätts konsumtion lika med denna förbrukning av matresurser (inklusive avfall). Med andra ord räknas all mat som kommer in i Lerums kommun som konsumerad (förbrukad), inte bara den mat som slutkonsumenterna köper och i slutändan äter. Tabellen visar att det mesta av maten till hushåll, tjänstesektor och offentlig sektor levereras via partihandel. För att ytterligare specificera var slutkonsumtionen sker skulle intervjuer med representanter från partihandeln vara nödvändiga. Detta ingick inte i förstudien.

Tabell 3 Matkonsumtionen i Lerums kommun 2011 fördelat på tillverkning, tjänster, detaljhandel, offentlig sektor, partihandel och annat

	Tillverkning	Tjänster (t.ex. hotell och restaurang)	Detaljhandel	Offentlig sektor	Partihandel	Annat
<b>Totalt</b>	<b>7 420</b>	<b>250</b>	<b>1 950</b>	<b>0,9</b>	<b>9 600</b>	<b>2,4</b>
<b>Varav bl.a.</b>						
<b>Potatis</b>	23	0,2	1	0,0	260	0,0
<b>Fisk</b>	19	20	21	0,0	560	0,1
<b>Grönsaker</b>	340	57	440	0,1	2 820	0,1
<b>Mjök</b>	780	2	390	0,0	180	0,0
<b>Kött</b>	390	10	320	0,1	320	0,1
<b>Frukt</b>	150	94	310	0,0	3 340	0,0
<b>Spannmål</b>	520	10	200	0,4	650	0,1
<b>Oljor</b>	4 000	9,1	57	0,0	170	0,1
<b>socker och godis</b>	700	2,4	41	0,0	120	0,0

#### 2.3.4 Osäkerheter i använda miljöpåverkansdata

Osäkerheten i miljöpåverkansdata (LCA-data) för de olika aggregerade matgrupperna är svår att uppskatta då dataunderlaget i flera fall är bristfälligt, men osäkerheten är troligen hög. En grov uppskattning av osäkerheterna gjordes enligt följande fyra kriterier:

1. Baseras data på endast en studie (ja/nej)?
2. Är variansen mellan olika studier mindre än 20 procent (låg), 20-50 procent (mellan) eller över 50 procent (hög)?
3. Har en alternativ produkt valts för att representera kategorin (ja/nej)?
4. Har matgruppen hög påverkan på växthuseffekten (över 3 kg koldioxidekvivalenter per kg produkt) (ja/nej)?

Samtliga matgrupper med undantag för köttgrupperna och äpplen indikerade osäkra värden för minst ett av kriterierna 1-3. Köttgrupperna, skaldjur, smör och ost samt salladsgrönsaker har hög påverkan på växthuseffekten enligt kriterium 4, vilket gör att dessa flöden har stor påverkan på slutresultatet.

Det är tydligt av datagenomgången att det finns ett stort behov av ytterligare LCA-studier på mat för att kunna ge mer detaljerad beskrivning av miljöpåverkan från olika typer av mat. Det bedömdes ändå möjligt att i förstudien dra generella slutsatser baserat på insamlade data.

### 3 Miljöpåverkan av matkonsumtionen i Lerums kommun

Detta avsnitt beskriver miljöpåverkan av att producera den mat som konsumeras i Lerums kommun. Effekter av avfallshantering av matavfall återfinns i avsnitt 4.

#### 3.1 Klimatpåverkan

Matkonsumtionen i Lerums kommun beräknades ge upphov till 33 000 ton koldioxidekvivalenter (notera diskussionen om osäkerheterna ovan). Detta motsvarar knappt 0,9 ton koldioxidekvivalenter per invånare. I Tabell 4 redovisas hur klimatpåverkan fördelas på olika (aggregerade) matgrupper.

Tabell 4 Grov indelning av klimatpåverkan från matkonsumtion i Lerum 2011

Matkategori	Aggregerad matgrupp <sup>1</sup>	Mängd (ton)	Klimatpåverkan (ton CO <sub>2</sub> -ekv.)
<b>Kött</b>	Nötkött	330	6 600
	Fläskkött	360	2 300
	Kyckling	330	1 500
<b>Fisk</b>	Fisk	670	1 600
	Skaldjur	110	620
<b>Mjölksprodukter</b>	Mjök/yoghurt	1 200	1 300
	Smör och ost	160	1 300
<b>Ägg</b>	Ägg	14	37
<b>Grönsaker</b>	Potatis	280	23
	Rotfrukter	390	310
	Salladsgrönsaker	2 300	11 500
<b>Frukt</b>	Kiwi	1 200	1 000
	Äpplen	2 100	420
<b>Bröd och spannmål</b>	Bröd	430	450
	Majs	43	19
	Mjöl	110	38
	Ris	160	280
	Övrigt spannmål	400	320
<b>Oljor</b>	Olivolja <sup>2</sup>	240	600
<b>Socker och godis</b>	Socker	460	290
<b>Dryck</b>	Sprit	80	23
	Vatten	80	7,5
	Vin	11	12
<b>Pasta<sup>3</sup></b>	Pasta	300	260
<b>Frukt<sup>3</sup></b>	Sylt och konserverad frukt	710	520
<b>Grönsaker<sup>3</sup></b>	Pastasås	1 000	1 500
<b>Totalt</b>		<b>12 000</b>	<b>33 000</b>

<sup>1</sup> Observera att detta är representativt valda produkter för att representera en grupp av matprodukter.

<sup>2</sup> Kategorin oljor, socker och godis samt dryck har större osäkerhet än övriga kategorier, se tidigare dataanalys

<sup>3</sup> Dessa kategorier är tillagade matprodukter.

Sammantaget är den totala beräknade miljöpåverkan betydligt lägre än väntat jämfört med t.ex. genomsnittliga svar på klimatkontot (IVL, 2011). Detta kan ha flera orsaker. Dels är studien ett första försök att kombinera MFA-data för en specifik (krans-) kommun med LCA-data för miljöpåverkan. En rad metodologiska brister kan därför inte uteslutas. Dels tar materialflödesanalysen inte fullt ut hänsyn till privata transporter av mat över kommungränser, vilket är vanligt för en kranskommun som Lerum. Detta har troligen stora effekter på resultatet. Dessutom utgör framförallt på vardagarna in- och utpendlare ett utflöde på ca 9 500 personer att jämföra med Lerums kommuns totala invånarantal på 39 000 personer. Även detta har troligen relevanta effekter på matkonsumtionen och resultatet. Jämförelsen i Tabell 1 ger exempelvis att köttkonsumtionen per person i Lerums kommun enligt modellen bara är runt en tredjedel jämfört med Sverige vilket kan vara ett resultat av privata transporter med stor påverkan på resultatet.

På grund av dessa brister är det svårt att dra tydliga slutsatser av resultatet. Därmed blir också en direkt jämförelse mellan Lerums kommun och andra kommuner (t.ex. Storgöteborg) mindre intressant.

Beräkningarna visar att den genomsnittliga klimatpåverkan av maten som konsumeras i Lerums kommun är ca 2,5 kg koldioxidkvalenter per kg mat. Detta är något högt jämfört med tidigare studier, t.ex. inom klimatkontot (IVL, 2011), men inte orimligt.

### 3.2 Samlad miljöpåverkan

Den beräknade samlade miljöpåverkan från matkonsumtionen i Lerums kommun redovisas i Tabell 5 som miljöpåverkan i miljöpåverkanskategorierna försurning, marknära ozonbildning, primärenergianvändning, växthuseffekt och övergödning. Eftersom osäkerheten för de beräknade värdena bedöms mycket stor bör inga vidare slutsatser dras av resultatet.

Tabell 5 Sammanställning av miljöpåverkanskategorier

Miljöpåverkan	Enhet	Totalt	Per invånare
<b>Försurning</b>	kg svaveldioxidkvalenter	440 000	12
<b>Marknära ozonbildning</b>	kg etenekvalenter	12 000	0,31
<b>Primärenergianvändning</b>	Megajoule (MJ)	280 000	7,2
<b>Växthuseffekt</b>	ton koldioxidkvalenter	33 000	0,87
<b>Övergödning</b>	kg fosfatekvalenter	130 000	3,5

### 3.3 Viktiga matflöden

Resultatet av beräkningarna som genomförts i förstudien kan ändå användas för att identifiera matflöden med hög klimat- och miljöpåverkan. Studien identifierar exempelvis matkategorin kött som en viktig kategori att påverka eftersom den står för nästan en tredjedel av klimatpåverkan trots att den utgör mindre än tio procent av det totala matflödet. Det spelar också stor roll vilken typ av kött som konsumeras. Att ersätta proteinbehovet som nu täcks av nötkött med kyckling skulle minska den totala klimatpåverkan med 15 procent.

Även salladsgrönsaker visar på en relativt stor miljöpåverkan. I detta fall skiljer sig miljöbelastningen från produktionen kraftigt åt beroende på om odling skett i växthus och vilka insatsmedel (t.ex. konstgödsel) som använts. Ursprung och produktionssätt för salladsgrönsaker ingick inte i studien. Det är dock tydligt att det är en stor klimatvinst att välja rotfrukter istället för salladsgrönsaker.

## 4 Miljöpåverkan av uppkomst och hantering av matavfall i Lerums kommun

I detta avsnitt beskrivs matavfallsmängder, alternativ för avfallsbehandling av matavfall samt jämförelser av miljöpåverkan vid produktion av mat och vid avfallshantering.

### 4.1 Matavfallsmängder

De beräknade mängderna mat som konsumeras och matavfall som uppkommer i Lerums kommun avser år 2011. Vid denna tidpunkt hade Lerums kommun ännu inte börjat samla in matavfall för rötning, utan endast för kompostering.

År 2011 uppkom 2 825 ton matavfall i Lerum (Lindblad-Johansson, 2014a). Detta motsvarar runt 24 procent av den konsumerade maten enligt beräkningarna i avsnitt 3.1. Matavfall från flera större matbutiker och livsmedelsproduktion ingår inte i den angivna mängden matavfall, vilket kan bidra till att mängden matavfall är underskattad.

### 4.2 Miljöpåverkan från onödigt matavfall

Det saknas plockanalyser som visar vilka matprodukter som återfinns i matavfallet. Det är därför tyvärr inte möjligt att visa miljöpåverkan från matavfall uppdelat per matprodukt. Genomförda plockanalyser i Lerums kommun från april 2011 visar dock att 30-33 procent, eller ca 900 ton, av matavfallet är onödigt matavfall (Lindblad-Johansson, 2014b). Med onödigt matavfall avses mat som hade kunnat ätas om den hade behandlats annorlunda.

Den genomsnittliga klimatpåverkan för mat som konsumeras i Lerums kommun beräknades till 2,5 kg koldioxidekvivalenter per kg mat. Detta skulle innebära att det onödiga matavfallet har en klimatpåverkan på 2 100-2 300 ton koldioxidekvivalenter i och med onödig matproduktion. Om det onödiga matavfallet huvudsakligen består av produkter med relativt låg påverkan (t.ex. potatis) minskar påverkan. Om det till större delar består av produkter med relativt hög påverkan (t.ex. nötkött) ökar påverkan.

### 4.3 Miljöpåverkan vid avfallshantering

Matavfall kan behandlas på olika sätt. Vanligast är förbränning, kompostering och rötning av matavfall. År 2011 komposterades det separat insamlade matavfallet i Lerums kommun. Sammalagt komposterades 333 ton matavfall i centrala komposteringsanläggningar och uppskattningsvis ytterligare 192 ton genom hemkompostering. Resterande 2 300 ton förbrändes tillsammans med restavfallet. Thomtén (2011) har gjort en sammanställning av effekterna av olika avfallsbehandlingar för organiskt hushållsavfall. I Tabell 6 redovisas klimatpåverkan av rötning, förbränning och kompostering. Att nettoeffekten är negativ (miljövinst) för rötning och förbränning beror på att gasen från rötning ersätter fossila fordonsbränslen och el och värme från förbränningen ersätter andra delvis fossila energikällor.

**Tabell 6 Klimatpåverkan från behandling av ett kg matavfall med olika typer av avfallsbehandling (från Thomtén, 2011)**

Klimatpåverkan	Rötning	Förbränning	Kompostering
<b>Utsläpp av koldioxidekvivalenter (kg)</b>	0,18	0,011	0,059
<b>Undvikna koldioxidekvivalenter (kg)</b>	0,33	0,11	0
<b>Nettoeffekt (kg koldioxidekvivalenter)</b>	-0,15	-0,094	0,059

Med den beräknade klimatpåverkan från Tabell 6 var klimatpåverkan från matavfallet i Lerums kommun -185 ton koldioxidekvivalenter år 2011, där förbränningen av matavfall minskade klimatpåverkan medan komposteringen av matavfall ökade klimatpåverkan. För närvarande behandlas det separat insamlade matavfallet i Lerums kommun i Renovas förbehandlingsanläggning, där matavfallet bereds till en slurry som sedan rötas. Förbehandlingsanläggningen har en verkningsgrad på 60 procent (Göteborgs stad, 2014). Med oförändrade mängder och nuvarande rötning av matavfall via Renovas förbehandlingsanläggning hade klimatpåverkan istället varit -280 ton koldioxidekvivalenter.

Med en hundra procentig utsortering av 2011 års mängder matavfall hade klimatpåverkan från avfallshanteringen via Renovas förbehandlingsanläggning varit -360 ton. Detta kan jämföras med de nära 7 000 ton koldioxidekvivalenter som uppkomsten av matavfallet gav upphov till.

Att förebygga matavfall är således en mycket mer kraftfull åtgärd för att minska matkonsumtionens miljöpåverkan än att ändra avfallshanteringen för det uppkomna matavfallet. För det oundvikliga matavfallet kan dock med fördel en förbehandlingsanläggning med bättre verkningsgrad (85-90%) användas.

## 5 Slutsatser

### 5.1 Utveckling av metod

Att kombinera materialflödesanalyser från urban metabolism-modeller med miljöprestanda från livscykelanalyser är ett intressant framtida forskningsområde. En slutsats från denna förstudie är att både mängden och kvaliteten på tillgänglig LCA-data behöver förbättras avsevärt för att kunna dra tydliga slutsatser från matchningar av MFA och LCA. Förstudien avgränsades till att endast inkludera mat. För en komplett analys där alla materialflöden ingår behöver en mycket stor LCA-datamängd sammanställas.

Ett ytterligare mål för vidare studier är att undersöka vilken aggregeringsnivå som är bäst lämpad för matchningen av MFA och LCA och huruvida det kan vara lämpligt att lägga sig på olika detaljeringsgrad beroende på delområde.

Analysen av matflöden i förstudien visade att den använda MFA-modellen inte fullt ut tar hänsyn till privata transporter av mat över kommungränser och matkonsumtion utan för kommungränserna (t.ex. av pendlare). Privata transporter över kommungränser är något som troligen gäller i ännu större omfattning för andra produktgrupper. Utveckling av en metod för att uppskatta privatimporter kommer att ingå i ett nytt projekt på Chalmers (Kalmykova Y., 2014). Flera förslag till metod för uppskattning av privatimport diskuteras, men arbetet med att testa förslagen har inte påbörjats. En möjlighet är en undersökning bland invånare i vilken utsträckning de handlar på hemorten eller i andra kommuner. Förutsättning för att vidareutveckla UMan-modellen för användning i kranskommuner är dessutom ett antal kommunspecifika *bottom-up* data. Uppskattningsfaktorer för mjölk- och köttproduktion kan tas fram med hjälp av data från den lokala jordbruksproduktionen, men även data från industriproduktionen behövs.

Förstudien visar att det i vissa fall kan vara svårt att skilja delmängder av materialflöden som kan användas till olika ändamål. Detta försvårar en uppdelning i olika delområden som exempelvis matproduktion och bränsleproduktion. Detta blev i förstudien framför allt tydligt för matkategorierna oljor och salt, som båda fick orimliga resultat. Detta skulle kunna bero på att dessa matkategorier även kan tänkas användas som t.ex. vägsalt och drivmedel. Problemet kan ytterligare kompliceras av taktiska produktkategoriseringar, exempelvis med fordonsetanol som importeras som kemisk produkt för att undvika tullar (Lindahl & Fröberg, 2014). Att kombinera rätt materialflöde med rätt miljöpåverkan kräver stor insikt i alla produkter och system som berörs. Detta arbete kan därför inte automatiseras i lika hög grad som materialflödesanalys utan behöver en initialt grundlig kontroll av indata och regelbunden uppföljning.

För bedömningen av miljöpåverkan från avfallshanteringen behövs ökad kännedom om vilka produkter som faktiskt återfinns i avfallsströmmarna. För komplexa produkter gäller detta även för produkternas innehåll. I förstudien var det exempelvis svårt att beräkna och ge detaljerade svar på den faktiska miljöpåverkan från det onödiga matavfallet. Orsaken var att genomförda plockanalyser inte redovisar vilken typ av



matprodukter som slängts. Den faktiska miljöpåverkan av matavfallet varierar avsevärt beroende på om det består av matprodukter med hög relativ miljöpåverkan (t.ex. oxfilé) eller låg relativ miljöpåverkan (t.ex. potatis). Det rekommenderas att hänsyn tas till detta i framtida plockanalyser för matavfall alternativt att studier av matavfall genomförs i typhushåll.

## **5.2 Miljöpåverkan från mat och matavfall i Lerums kommun**

Förstudien visar att den mest kraftfulla åtgärden för att minska miljöpåverkan från matkonsumtion och uppkomst av matavfall skulle vara att minska köttkonsumtionen och framförallt konsumtionen av nötkött. Det är en politiskt svår fråga, men skulle minska miljöpåverkan i produktionsledet kraftigt och därmed relativera betydelsen av mängden genererat matavfall.

För att minska miljöpåverkan av (det onödiga) matavfallet bör framför allt mängden avfall från matprodukter med hög relativ miljöpåverkan (exempelvis kött och salladsgrönsaker) minskas. Det bedöms svårt att påverka matavfallsmängden genom avfallstaxor då dessa styr total avfallsvikt och/eller volym och har svårt att påverka avfallets innehåll.

Naturvårdsverket har föreslagit ett etappmål för minskat matavfall (Naturvårdsverket, 2013). Enligt förslaget ska matavfallet till år 2020 minska med minst 20 procent jämfört med år 2010. I förstudien beräknades avfallsmängderna för 2011. En 20 procentig minskning av matavfallet i Lerums kommun jämfört med 2011 skulle innebära en minskad miljöpåverkan motsvarande drygt 1 300 ton koldioxidekvivalenter givet en komplett utsortering av matavfallet och behandling av detta via Renovas förbehandlingsanläggning.

## 6 Litteraturförteckning

- Decker, E. H., Elliott, S., Smith, F. A., Blake, D. R., & Rowland, F. S. (2000). Energy and material flow through the urban ecosystem. *Annual Review of Energy and the Environment* 25, 685-740.
- Göteborgs stad. (den 24 april 2014). Avfallsbehandling av avfall, Kretslopp och Vatten. (D. Palm, Intervjuare)
- IVL. (2011). *Intern underlagsrapport för klimatkontot, www.klimatkontot.se*. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet AB.
- Jordbruksverket. (2014). *Jordbruksverkets statistikdatabas: Totalkonsumtion av livsmedel*. Hämtat från Jordbruksverket:  
[http://statistik.sjv.se/PXWeb/Menu.aspx?px\\_tableid=JO1301K1.px&px\\_path=Jordbruksverkets%20statistikdatabas\\_\\_Konsumtion%20av%20livsmedel&px\\_language=sv&px\\_db=Jordbruksverkets%20statistikdatabas&rxid=5adf4929-f548-4f27-9bc9-78e127837625](http://statistik.sjv.se/PXWeb/Menu.aspx?px_tableid=JO1301K1.px&px_path=Jordbruksverkets%20statistikdatabas__Konsumtion%20av%20livsmedel&px_language=sv&px_db=Jordbruksverkets%20statistikdatabas&rxid=5adf4929-f548-4f27-9bc9-78e127837625) den 12 maj 2014
- Kalmykova, Y. (2014). Personlig kommunikation: Privatimporter i UMAN modellen.
- Kalmykova, Y., Rosado, L., & Patrício, J. (2014). Trends in urban metabolism 1996-2011. *Under review*.
- Kennedy, C., Pincetl, S., & Bunje, P. (2011). The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design. *Environmental Pollution* 159, 1965-1973.
- Lindahl, B., & Fröberg, J. (den 22 maj 2014). *Ful-etanolen flödar in i Europa*. Hämtat från SvD Näringsliv: [http://www.svd.se/naringsliv/miljoberanslet-som-havererat\\_3514040.svd?sidan=6](http://www.svd.se/naringsliv/miljoberanslet-som-havererat_3514040.svd?sidan=6) 2014
- Lindblad-Johansson, K. (2014a). Data från Karin Lindblad-Johansson, Lerums kommun, 2014-03-12.
- Lindblad-Johansson, K. (2014b). Data från Karin Lindblad-Johansson, Lerums kommun, 2014-04-17.
- Naturvårdsverket. (2013). *Förslag till etappmål för minskad mängd matavfall*. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket. (den 5 mars 2014). *Etappmålen*. Hämtat från Miljöarbete i samhället: <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Sveriges-miljomal/Etappmal/> den 7 maj 2014
- Patrício, J., Kalmykova, Y., & Rosado, L. (2014). Data accuracy and its impact on Material Flow Indicators Accounting at different spatial levels. *Industrial Ecology*, Under review.
- Rosado, L., Niza, S., & Ferrao, P. (2014). A Material Flow Accounting Case Study of the Lisbon Metropolitan Area using the Urban Metabolism Analyst Model. *Industrial Ecology*, 18, 84-101.
- Statistiska centralbyrån. (2013a). *Förväru sarbetande 16+ år pendlare efter region, kön, tabellinne håll och år*. Hämtat från Registerbaserad arbetsmarknadsstatistik (RAMS): [http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START\\_\\_AM\\_\\_AM0207\\_\\_AM0207L/PendlingK/table/tableViewLayout1/?rxid=83c7ef14-9f43-46c6-b57d-67f063fa0e9c](http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__AM__AM0207__AM0207L/PendlingK/table/tableViewLayout1/?rxid=83c7ef14-9f43-46c6-b57d-67f063fa0e9c) den 4 augusti 2014
- Statistiska centralbyrån. (2013b). *Folkmängd efter region och år*. Hämtat från Statistikdatabasen: [http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START\\_\\_BE\\_\\_BE0101\\_\\_B](http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__BE__BE0101__B)

E0101A/BefolkningNy/table/tableViewLayout1/?rxid=dc2d6470-6296-44ee-b401-c8c5ba89db39 den 4 augusti 2014

Thomtén, M. (2011). *Miljöbedömning av olika behandlingsmetoder för organiskt hushållsavfall, slakteriavfall och flytgödsel*. Examensarbete, Uppsala: SLU, Sveriges Lantbruksuniversitet.

Wolman, A. (1965). The metabolism of cities. *Scientific American* 203 (3), 179-190.



IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm  
Tel: 08-598 563 00 Fax: 08-598 563 90  
[www.ivl.se](http://www.ivl.se)