

Thesis for licentiate degree  
2017

---

# Näringsintag och utsläpp av växthusgaser från svenska matvanor ur ett epidemiologiskt perspektiv



Camilla Sjörs



**Karolinska  
Institutet**



Från Institutionen för Medicinsk Epidemiologi och Biostatistik  
Karolinska Institutet, Stockholm, Sverige

# NÄRINGSINTAG OCH UTSLÄPP AV VÄXTHUSGASER FRÅN SVENSKA MATVANOR UR ETT EPIDEMIOLOGISKT PERSPEKTIV

Camilla Sjörs



**Karolinska  
Institutet**

Stockholm 2017

Bilden på framsidan är från <http://tiki.oneworld.org/sustain> och är tryckt med tillåtelse från Bry Lynas, producent för Tiki the Penguin – for kids and for the planet.  
Tidskrifter och utgivare har gett tillåtelse att trycka delstudie 1 och 2 i sin helhet.  
Publicerad av Karolinska Institutet.  
Tryckt av E-print AB Stockholm.  
© Camilla Sjörs, 2017.  
ISBN 978-91-7676-596-8.



**Karolinska  
Institutet**

Institutionen för Medicinsk Epidemiologi och Biostatistik

# Näringsintag och utsläpp av växthusgaser från svenska matvanor ur ett epidemiologiskt perspektiv

AKADEMISK AVHANDLING

som för avläggande av medicine licentiatexamen vid Karolinska Institutet  
offentligen försvaras i Atrium, Nobels väg 12 B, Campus Solna

**Onsdagen den 15 november 2017, kl. 13.00**

av Camilla Sjörs

*Huvudhandledare:*

Professor Katarina Bälter

Karolinska Institutet, Inst. för medicinsk epidemiologi och biostatistik

Mälardalens Högskola, Avd. för folkhälsovetenskap

*Bihandledare:*

Docent Fredrik Hedenus

Chalmers Tekniska högskola, Inst. för rymd-, geo- och miljövetenskap

Docent Arvid Sjölander

Karolinska Institutet, Inst. för medicinsk epidemiologi och biostatistik

*Betygsnämnd:*

Adj. professor Liselotte Schäfer Elinder

Karolinska Institutet, Inst. för folkhälsovetenskap

Stockholms läns landsting, Centrum för epidemiologi och samhällsmedicin

Dr Anna Karin Lindroos

Livsmedelsverket, Risk- och nyttovärderingsavdelningen

Adj. universitetslektor vid Göteborgs universitet, Avd. för invärtesmedicin och  
klinisk nutrition

Docent Cecilia Sundberg

Kungliga Tekniska högskolan, Inst. för hållbar utveckling, miljövetenskap och teknik

Stockholm 2017



*Det finns mitt i skogen en oväntad glänta som bara kan hittas av den som gått vilse.*  
(Tomas Tranströmer)

Till pappa, jag saknar dig!

## **DELSTUDIER I AVHANDLINGEN**

- I Sjörs C, Raposo SE, Sjölander A, Bälter O, Hedenus F, Bälter K.  
Diet-related greenhouse gas emissions assessed by a food frequency questionnaire and validated using 7-day weighed food records.  
Environmental health: a global access science source. 2016;15:15
- II Sjörs C, Hedenus F, Sjölander A, Tillander A, Bälter K.  
Adherence to dietary recommendations for Swedish adults across categories of greenhouse gas emissions from food.  
Public Health Nutrition. 2017:1-13

## **YTTERLIGARE PUBLIKATION**

Bälter K, Sjörs C, Sjölander A, Gardner C, Hedenus F, Tillander A.  
Is a diet low in greenhouse gas emissions a nutritious diet? - Analyses of self-selected diets in the LifeGene study.  
Archives of public health. 2017;75:17



# POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING

Studierna i denna avhandling undersöker:

- Hur väl en enkät med frågor om matvanor skattar utsläpp av växthusgaser (klimatgaser) från mat jämfört med en referensmetod (delstudie I).
- Om näringsintag och följsamhet till näringsrekommendationer skiljer sig mellan personer med höga respektive låga utsläpp av växthusgaser från maten (delstudie II).

Inom epidemiologisk forskning används ofta enkäter för att mäta matvanor. För att kunna studera hur matvanor med olika utsläpp av växthusgaser från maten är kopplade till hälsa och sjukdom i framtida studier är det viktigt att använda pålitliga mätmetoder.

**Avhandlingens första delstudie** utvärderar hur väl frekvensfrågeformuläret Meal-Q skattar mängden växthusgasutsläpp från mat. Studien använder data från VALMA-studien där deltagarna fyllde i Meal-Q två gånger med tre veckors mellanrum och förde matdagbok under en vecka. Alla livsmedel i Meal-Q och dagboken kopplades till data över växthusgasutsläpp från livscykelanalyser. Därefter kunde växthusgasutsläpp för varje deltagare skattas utifrån vilka livsmedel de ätit, hur ofta de ätit olika livsmedel och hur stora portioner de ätit. Meal-Q utvärderades med avseende på validitet och reproducerbarhet. Validiteten utvärderades genom att data från första skattningen med Meal-Q jämfördes med data från matdagboken. Reproducerbarheten utvärderades genom att data från första och andra skattningen med Meal-Q jämfördes.

Validiteten och reproducerbarheten för Meal-Q var hög. Skattningen av utsläpp av växthusgaser från maten var högre för dagboken jämfört med Meal-Q, vilken beror på att dagboken fångar hela kosten, och därmed större andel av växthusgasutsläppet, jämfört med Meal-Q, som fångar en stor del av deltagarnas matvanor, men inte hela kosten. Trots att Meal-Q underskattar utsläppen av växthusgaser från maten gav Meal-Q en god rankning av deltagarna utifrån utsläppen, jämfört med dagboken.

Slutsatsen är att Meal-Q kan skatta växthusgasutsläpp från maten på ett tillfredsställande sätt och att enkäten är lämpligt att användas i framtida epidemiologiska studier där deltagare ska rangordnas utifrån mängden växthusgasutsläpp från maten.

Livsmedel ger upphov till olika höga växthusgasutsläpp och det är stor variation i utsläpp, även för livsmedel som har liknande näringsinnehåll. Nötkött och mejeriprodukter leder generellt till höga utsläpp av växthusgaser samtidigt som de innehåller många viktiga näringsämnen som behöver ersättas om intaget av nötkött och mejeriprodukter minskas. Men alla klimatsmarta livsmedel är inte näringsrika och alla näringsrika livsmedel är inte klimatsmarta.

**Avhandlingens andra delstudie** undersöker näringsintag och följsamhet till näringsrekommendationer för svenskar med höga respektive låga växthusgasutsläpp från maten. Studien använder data från den senaste svenska nationella matvaneundersökningen, Riksmaten vuxna 2010-11, där deltagarna förde matdagbok under fyra dagar. På liknande sätt som i den första studien kopplades alla livsmedel i dagboken till data över växthusgasutsläpp från livscykelanalyser och utsläpp av växthusgaser för varje deltagare skattades.

Studien visar att växthusgasutsläpp från matvanor var 1.5 ton koldioxidekvivalenter (CO<sub>2</sub>e) per år för kvinnor och 2.0 ton CO<sub>2</sub>e per år för män, men att det fanns en stor variation i mängden utsläpp. Utsläppen varierade mellan 0.2-4.3 ton CO<sub>2</sub>e för kvinnor och mellan 0.7-6.1 ton CO<sub>2</sub>e för män. Deltagarna äter olika stora portioner på grund av kroppsstorlek och energiförbrukning och studiens syfte var inte att jämföra växthusgasutsläpp mellan deltagare som äter stora respektive små portioner. För att studera kvaliteten av deltagarnas matintag (olika livsmedel) istället för kvantiteten (olika portionsstorlekar) energijusterades utsläppen av växthusgaser. När växthusgasutsläppen justerades för energiintaget minskade skillnaden mellan kvinnor och män och utsläppen från maten var 6% lägre för kvinnor jämfört med män. Deltagarna delades sedan in i fyra grupper utifrån energijusterade växthusgasutsläpp.

Det var överlag små skillnader i näringsintag mellan den lägsta och högsta utsläppsgruppen. De största skillnaderna gällde intaget av protein och kolhydrater. Gruppen med högst utsläpp fick stor andel av sin energi från protein jämfört med lägsta gruppen, medan den lägsta gruppen fick mer energi från kolhydrater och tillsatt (raffinerat) socker jämfört med högsta gruppen. Den lägsta gruppen hade även högre intag av fibrer och fullkorn jämfört med högsta utsläppsgruppen. Trots att gruppen med lägst utsläpp av växthusgaser från maten åt mer sockerrika produkter så var deras näringsintag överlag lika bra eller bättre jämfört med de som hade högst utsläpp av växthusgaser.

För att nå det globala klimatavtalet behöver utsläppen av växthusgaser minska dramatiskt. Denna avhandling visar att det finns stor variation i utsläpp av växthusgaser från svenska matvanor och att det är möjligt att ha matvanor med låga utsläpp av växthusgaser och samtidigt ha hög följsamhet till näringsrekommendationerna.

Ett naturligt nästa steg är att studera matvanorna hos deltagarna vars matvanor uppnådde näringsrekommendationerna, men samtidigt hade låga utsläpp. Vilka livsmedel är det som bidrar med de olika näringsämnen och i hur mycket äter deltagarna av olika livsmedel? Det är även önskvärt att framtida forskning testar och utvärderar olika sätt att äta hälsosamt och klimatsmart exempelvis inom offentliga måltider.

## FÖRORD

För snart tjugo år sedan läste jag Naturvårdsverkets rapporter ”Biff och bil? om hushållens miljöval” och ”Ärter eller fläsk? en energijämförelse från jord till bord av fläskkött och olika baljväxter”. Samtidigt gav Livsmedelsverket, Naturvårdsverket och Konsumentverket ut kokboken ”Mat med känsla för miljö”. Detta väckte mitt intresse för matens miljöpåverkan och fick mig att studera till nutritionist.

Hållbarhet som begrepp omfattar mycket mer än näringsintag och utsläpp av växthusgaser. Att denna avhandling har fokus på klimatpåverkan beror på att det finns tillgång till data över växthusgasutsläpp från livscykelanalyser, medan det saknas vedertagna livscykelbaserade indikatorer för t.ex. påverkan på biologisk mångfald. Utsläpp av växthusgaser kan dock i viss utsträckning fungera som en indikator för andra typer av miljöpåverkan t.ex. försurning och övergödning och resursanvändning såsom markanvändning (1, 2).

Klimatpåverkan och biologisk mångfald ställs ofta mot varandra vid diskussioner om hållbara matvanor, eftersom nötkött och mejeriprodukter är mer klimatbelastande än annat kött och livsmedel baserade på vegetabilier, samtidigt som betande djur kan bidra till bibehållen biologisk mångfald tack vare att de håller marker öppna. Detta är en fråga som personligen intresserar mig mycket, men som inte ryms i denna avhandling.

Fler angelägna forskningsområden som ligger utanför ramen för denna avhandling är t.ex. hur utsläppen av växthusgaser kan minskas genom tekniska förändringar i livsmedelssystemet, hur ett varmare klimat påverkar hälsan och hälsoeffekter av matvanor med höga respektive låga växthusgasutsläpp.

# INNEHÅLL

Förord.....	3
1 INLEDNING.....	7
2 BAKGRUND.....	9
2.1 Miljö och klimat.....	9
2.1.1 Svenska mål.....	9
2.1.2 Internationella mål.....	9
2.2 Växthusgasutsläpp från matproduktion och konsumtion.....	10
2.2.1 Metangas, lustgas och koldioxid.....	10
2.2.2 Livscykelanalys (LCA).....	11
2.3 Nordiska näringsrekommendationer (NNR 2012).....	12
2.4 Att mäta intag av mat.....	14
2.4.1 Prospektiva metoder.....	14
2.4.2 Retrospektiva metoder.....	14
2.5 Att mäta tillförlitligheten i en kostundersökning.....	16
2.6 Livsmedelsdatabasen.....	16
2.7 Att mäta utsläpp av växthusgaser från mat.....	16
2.7.1 Att mäta utsläpp av växthusgaser från mat på individnivå.....	17
2.8 Utsläpp av växthusgaser från svenska matvanor.....	20
2.9 Näringsintag för olika utsläpp av växthusgaser från mat.....	20
3 SYFTEN.....	22
4 METODER.....	23
4.1 Insamling och justering av data över växthusgasutsläpp.....	23
4.1.1 Global uppvärmningspotential (GWP).....	23
4.1.2 Funktionell enhet.....	23
4.1.3 Systemgränser.....	23
4.1.4 Viktförändring vid tillagning.....	24
4.1.5 Matavfall.....	25
4.1.6 LCA-data i delstudie 1 och 2.....	27
4.2 Delstudie 1.....	28
4.2.1 Frekvensformulär Meal-Q.....	28
4.2.2 Vägd matdagbok och fysisk aktivitet.....	28
4.2.3 Skattning av växthusgasutsläpp per person.....	29
4.2.4 Statistiska analyser.....	29
4.3 Delstudie 2.....	32
4.3.1 Matdagbok, enkät och registerdata.....	32
4.3.2 Näringsämnen och följsamhet till näringsrekommendationer.....	33
4.3.3 Statistiska analyser.....	34

5	RESULTAT.....	35
5.1	Delstudie 1 .....	35
5.1.1	Validitet .....	35
5.1.2	Reproducerbarhet .....	37
5.2	Delstudie 2 .....	40
5.2.1	Utsläpp av växthusgaser per person .....	40
5.2.2	Intag av näringsämnen .....	44
5.2.3	Följsamhet till näringsrekommendationer .....	44
6	DISKUSSION .....	54
6.1	Allmän metoddiskussion .....	54
6.1.1	Insamling och justering av LCA-data.....	55
6.1.2	Koppla frekvensformulär och matdagbok till LCA-data .....	56
6.2	Delstudie 1 .....	57
6.2.1	Metoddiskussion .....	57
6.2.2	Resultatdiskussion.....	58
6.3	Delstudie 2 .....	59
6.3.1	Metoddiskussion .....	59
6.3.2	Resultatdiskussion: Utsläpp av växthusgaser.....	60
6.3.3	Resultatdiskussion: Näringsintag.....	66
7	SLUTSATSER .....	68
8	FRAMTIDA FORSKNING.....	69
9	TACK .....	70
10	REFERENSER.....	73

## LISTA ÖVER FÖRKORTNINGAR

AR	Genomsnittsbehov (average requirement)
CO <sub>2</sub> e	Koldioxidekvivalenter (carbon dioxide equivalents)
FFQ	Livsmedelsfrekvensformulär/ frekvensfrågeformulär/ frekvensformulär (food frequency questionnaire)
LCA	Livscykelanalys (life cycle assessment)
LI	Lägsta intag (lowest intake level)
NNR	Nordiska näringsrekommendationer
PAL	Fysisk aktivitetsnivå (physical activity level)
<i>r</i>	Korrelationskoefficient (correlation coefficient)
RI	Rekommenderat intag (recommended intake)

# 1 INLEDNING

Klimatförändringarna är en av vår tids största utmaningar. Jordens medeltemperatur har ökat med 1.1°C sedan slutet av 1800-talet och uppvärmningen förklaras till största delen av ökade växthusgasutsläpp orsakade av mänskliga aktiviteter (3, 4). Sedan den industriella revolutionen har koncentrationen av koldioxid, metangas och lustgas i atmosfären ökat med cirka 40%, 150% respektive 20% (5). En stor andel av de ökade utsläppen av växthusgaser i atmosfären kommer från förbränning av fossila bränslen (kol, olja och gas), men även på grund av förändrad markanvändning, som när skog avverkas för att ersättas med betesmark eller odlingsmark (6). Mål 13 i de globala målen för hållbar utveckling är att vidta omedelbara åtgärder för att bekämpa klimatförändringarna och dess konsekvenser, eftersom en global uppvärmning som överstiger 2°C skulle få allvarliga konsekvenser för ekosystem, havsförsurning, mänsklig säkerhet, matproduktion, vattentillgång, hälsa och med ökad risk för väderrelaterade naturkatastrofer (7). För att undvika ytterligare temperaturökningar kommer insatser för att minska växthusgasutsläpp att behövas inom många områden, inklusive produktion och konsumtion av mat. Globalt sett kommer ungefär en fjärdedel av utsläppen av växthusgaser från livsmedelsproduktionen och mat och dryck svarar för ungefär 30% av klimatpåverkan från svenska hushåll (8, 9).

Den senaste svenska nationella matvaneundersökningen för vuxna, Riksmaten 2010-11, visar att många svenskar äter för lite grönsaker och frukt, fisk och skaldjur samt produkter som innehåller fibrer och fullkorn och för mycket av produkter som innehåller tillsatt socker (10). De svenska matvanorna leder även till ett högt intag av bland annat mättat fett och salt men ett lågt intag av vitamin D. Även intaget av folat och järn är lågt, speciellt för kvinnor i fertil ålder (10).

Den femte upplagan av Nordiska näringsrekommendationer (NNR 2012) är den första versionen där hållbara matvanor behandlas. I kapitlet ”Sustainable food consumption - Environmental issues” sammanställs tillgänglig vetenskaplig litteratur inom nutrition, mat och miljö. Det finns möjlighet att äta både hållbart och näringsrikt genom medvetna val av kött och fisk med låg miljöbelastning, ökat intag av baljväxter (bönor, linser, ärter), spannmål, rotsaker och lagringsdugliga grönsaker, frukter och bär. Trots att det i teorin går att äta både hållbart och näringsrikt är det fortfarande oklart hur intaget av olika näringsämnen ser ut för människor som äter hållbart i praktiken.

Denna avhandling handlar om skattning av växthusgasutsläpp från mat på individnivå med hjälp av olika kostundersökningsmetoder ur ett epidemiologiskt perspektiv. Inom epidemiologisk forskning studeras samband mellan exponering, t.ex. näringsintag, och ohälsa, som kan ligga till grund för framtida preventiva insatser. Avhandlingen baseras på metoder som tillämpas inom nutritionsepidemiologi, men skiljer sig från traditionella nutritionsepidemiologiska studier genom att exponeringen inte är maten i sig utan växthusgasutsläpp från mat.

Inom nutritionsepidemiologiska studier är det vanligt att använda frekvensfrågeformulär för att mäta matvanor och det är viktigt med en korrekt skattning av exponeringen för att få tillförlitliga resultat. Den första delstudien i avhandlingen är därför en utvärdering av ett frekvensfrågeformulärs förmåga att skatta växthusgasutsläpp från mat. Skattningen av växthusgasutsläpp från mat på individnivå kan i framtida studier användas för att studera kopplingen mellan matvanor med varierande växthusgasutsläpp och näringsintag. Den andra delstudien undersöker hur näringsintag och följsamhet till näringsrekommendationer varierar med svenskarnas utsläpp av växthusgaser från maten baserat på data från en matdagbok.



## 2 BAKGRUND

### 2.1 MILJÖ OCH KLIMAT

#### 2.1.1 Svenska mål

Sveriges miljömålssystem innehåller ett generationsmål, sexton miljö kvalitetsmål och tjugofyra etappmål. Generationsmålet ska vara vägledande för miljöarbetet på alla nivåer i samhället. Riksdagens definition av generationsmålet lyder: "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" (11). Miljö kvalitetsmålen beskriver det tillstånd i den svenska miljön som miljöarbetet ska leda till. Etappmålen är steg på vägen för att nå generationsmålet och ett eller flera miljö kvalitetsmål.

##### 2.1.1.1 Miljö kvalitetsmålet Begränsad klimatpåverkan

Produktion och konsumtion av livsmedel påverkar flera av våra miljö kvalitetsmål, speciellt "Begränsad klimatpåverkan", "Giftpri miljö", "Ingen övergödning", "Levande sjöar och vattendrag", "Grundvatten av god kvalitet", "Hav i balans samt levande kust och skärgård", "Ett rikt odlingslandskap" och "Ett rikt växt- och djurliv". Denna avhandling fokuserar enbart på miljö kvalitetsmålet "Begränsad klimatpåverkan". Den årliga uppföljningen av det detta miljö kvalitetsmål visar att det inte är uppnått, att utvecklingen är negativ och att målet inte bedöms kunna nås med befintliga och beslutade åtgärder (12).

Utsläppen av växthusgaser kan skattas ur geografiskt perspektiv (produktionsperspektiv) eller konsumtionsperspektiv. Det geografiska perspektivet handlar om hur mycket växthusgaser som släpps ut i Sverige och konsumtionsperspektivet handlar om hur mycket växthusgaser som släpps ut på grund av svensk konsumtion (i Sverige och utomlands). Konsumtionsperspektivet räknar med utsläpp från varor importerade till Sverige och räknar bort utsläpp från varor exporterade från Sverige. Sveriges klimatpolitiska vision är att Sverige inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser år 2045 (sett ur geografiskt perspektiv) (13). Samtidigt ska generationsmålet genomsyra hela det nationella miljömålsarbetet (11). Därför är både det geografiska perspektivet och konsumtionsperspektivet relevanta. I denna avhandling skattas utsläppen av växthusgaser ur konsumtionsperspektiv.

#### 2.1.2 Internationella mål

De globala målen för hållbar utveckling (Sustainable Development Goals, SDG) inkluderar 17 mål för miljömässig, ekonomisk och social hållbarhet som FN:s medlemsländer enades om 2015 (14, 15). I Sverige är dessa mål för hållbar utveckling en del av Agenda 2030, som även innehåller 169 delmål (16). Produktion och konsumtion av livsmedel kan kopplas till många av de 17 hållbarhetsmålen, bland annat "Ingen hunger", "Ingen fattigdom", "Hälsa

och välbefinnande”, ”Rent vatten och sanitet”, ”Hållbar konsumtion och produktion”, ”Bekämpa klimatförändringen”, ”Hav och marina resurser” samt ”Ekosystem och biologisk mångfald”.

Målet för det nya internationella klimatavtalet, Parisavtalet, är att den globala temperaturökningen ska hållas under 2°C, och helst högst 1.5°C (17, 18). År 2050 beräknas den globala befolkningen vara cirka 9.6 miljarder. För att nå tvågradersmålet och om utsläppstrycket delas lika på alla skulle det innebära att de årliga utsläppen per person behöver minska till 1-2 ton koldioxidekvivalenter (CO<sub>2</sub>e) år 2050. På längre sikt behöver de globala koldioxidutsläppen nå ned till omkring noll för att hålla den globala temperaturökningen under 2°C (12, 19).

## **2.2 VÄXTHUSGASUTSLÄPP FRÅN MATPRODUKTION OCH KONSUMTION**

### **2.2.1 Metangas, lustgas och koldioxid**

De vanligaste växthusgaserna från livsmedelssystemet är metangas (CH<sub>4</sub>), lustgas (dikväveoxid, N<sub>2</sub>O) och koldioxid (CO<sub>2</sub>) (20). Metangas avges från idisslare, lagring av stallgödsel och risodlingar. Lustgas avges vid produktion av handelsgödsel, lagring av stallgödsel samt när kväve (från handelsgödsel och stallgödsel) omsätts i odlingsmarken. Koldioxid avges från mulljordar samt användning av fossila bränslen vid transporter och energianvändning under produktion och bearbetning av livsmedel. Koldioxid kan även avges vid förändrad markanvändning (land use change (LUC)), exempelvis avskogning i tropiska skogsområden (20, 21).

För många livsmedel, speciellt animaliska livsmedel, uppstår den största klimatpåverkan tidigt i livsmedelskedjan, i primärproduktionen. Merparten av växthusgaserna från livsmedel från idisslare (nötkött, lammkött och mejeriprodukter) utgörs av metangas som bildas under djurens matsmältning, medan växthusgaserna från livsmedel från enkelmagade djur (griskött, kycklingkött och ägg) domineras av lustgas som bildas vid produktionen av foder till djuren. Även för grönsaker och spannmål är merparten av växthusgasutsläppen lustgas. Koldioxid är den dominerande växthusgasen för livsmedel som odlas i växthus som värms med fossila bränslen, odlas på mulljordar eller flygtransporteras samt för sjömat (fisk och skaldjur) (20).

För vildfångad sjömat beror utsläppen huvudsakligen på beståndets storlek, bränsleåtgång under fisket och användning av köldmedel ombord. Bränsleåtgång under fisket påverkas av fångstmetod/redskap. Aktiva redskap (som trålning) kräver mer bränsle än passiva redskap (som krok, garn, burar). Det som har störst betydelse för utsläppen från odlad fisk/skaldjur är huvudsakligen fodret och hur effektiv fisksorten är på att omvandla fodret (22).

## 2.2.2 Livscykelanalys (LCA)

Livscykelanalys (LCA) är en metod för att utvärdera miljöpåverkan för en produkt. Metoden ger kvantitativ information om total miljöpåverkan samt miljöpåverkan för olika ingående flöden, exempelvis jordbruk, förädling och transporter, för att kunna identifiera hot-spots (de flöden som har störst miljöpåverkan). LCA-proceduren innehåller fyra delar.

Den första delen innehåller formulering av mål och omfattning, den andra inventering av flöden, både resurser som tillförs och utsläpp som orsakas. Den tredje delen beskriver bedömning av miljöpåverkan och den fjärde tar upp tolkning av resultaten (23, 24). Några viktiga beslut som tas under den första delen är val av funktionell enhet, systemgräns, typ av miljöpåverkan som ska tas i beaktande samt allokering. Den funktionella enheten för livsmedel är ofta 1 kg, men det behöver specificeras om livsmedlet är behandlat på något sätt, exempelvis 1 kg rund (levande) fisk eller 1 kg rensad fisk. Systemgränsen bestämmer vilka flöden som tas med i studien. Det steg som en LCA börjar med kan benämnas uppströms systemgräns och det sista steget nedströms systemgräns. Utsläpp av växthusgaser från och med systemgränsen uppströms och till och med systemgränsen nedströms inkluderas. En LCA kan studera endast en sorts miljöpåverkan (exempelvis klimatpåverkan) eller flera sorter av miljöpåverkan (exempelvis klimatpåverkan, försurning och övergödning). När ett flöde ger flera produkter behöver resurser som tillförs och utsläpp som orsakas fördelas (allokeras) mellan produkterna. Exempelvis så måste en livscykelanalys av mjölk ta hänsyn till att det även kommer att produceras nötkött (kött från mjölkdjur).

Under den andra delen i en LCA, inventeringen, samlas data in för alla relevanta flöden. Den tredje delen, miljöpåverkansbedömningen, inkluderar klassificering (sortering av olika sorter av miljöpåverkan) och karakterisering. Under karakteriseringen skapas ett mått för varje typ av miljöpåverkan, exempelvis samlas alla växthusgaser ihop till ett mått på klimatpåverkan. Slutligen, när resultatet tolkas och presenteras under den fjärde delen av en LCA tas hänsyn till de osäkerheter som finns.

### 2.2.2.1 Global uppvärmningspotential (GWP)

Växthusgaser har olika livslängder i atmosfären. Medellivslängden för metangas är kort, cirka 12 år, vilket kan jämföras med koldioxid som stannar kvar i atmosfären under tusentals år. Förutom att växthusgaserna påverkar temperaturen under olika lång tid, har de olika förmåga att absorbera värmestrålning. Detta gör att koldioxid, metangas och lustgas har olika stark påverkan på växthuseffekten. Med hjälp av viktningsfaktorer kan utsläpp av olika växthusgaser göras jämförbara, genom skapandet av en gemensam enhet, koldioxidekvivalenter ( $\text{CO}_2\text{e}$ ). Det finns olika metoder för att ta fram viktningsfaktorer och den vanligaste är global uppvärmningspotential (Global Warming Potential, GWP) (6, 25). FN:s klimatpanel Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) har sammanställt viktningsfaktorer utifrån den vetenskapliga litteraturen för GWP med tre olika

tidshorisonter: 20, 100 eller 500 år (5). I den senaste IPCC-rapporten från 2013 (IPCC AR5) finns följande viktningsfaktorer för  $GWP_{100}$  (GWP med tidshorisonten 100 år, vilket är vanligast): 1 för koldioxid, 34 för metangas och 296 för lustgas (5). GWP beräknas utifrån bakgrundkoncentrationen av växthusgaser i atmosfären, som förändras över tid, och därför ändras även GWP över tid. Föregående IPCC-rapport, från 2007 (IPCC AR4), hade den lägre viktningsfaktorn 25 för metangas för  $GWP_{100}$  (26). Ändringen av  $GWP_{100}$  för metangas från 25 till 34 beror dock även på att fler feedbackfaktorer inkluderats. GWP är den integrerade uppvärmningen över tidshorisonten dividerat med den integrerade uppvärmningen av koldioxid. GWP för koldioxid är därför alltid 1, oavsett tidshorisont.

En alternativ metod för att ta fram viktningsfaktorer är Global Temperature Change Potential (GTP), som beräknas för en given tidsperiod och ger temperaturändringen för ett valt år (25). GTP representerar förhållandet mellan den absoluta förändringen i den globala medeltemperaturen vid jordytan vid en vald tidpunkt som svar på ett utsläpp av växthusgaser, i förhållande till temperaturförändringen på grund av utsläpp av samma mängd koldioxid (25). Valet av viktningsfaktorer i en livscykelanalys har stor inverkan på resultatet, eftersom det är stora skillnader för vissa växthusgaser, t.ex. metangas. Metangas har  $GWP_{20}=84$  och  $GWP_{100}=34$ , vilket kan jämföras med  $GTP_{20}=67$  och  $GTP_{100}=4$  (25). Att  $GTP_{100}$  blir så mycket lägre än  $GTP_{20}$  för metangas beror på att nästan all metangas har försvunnit från atmosfären efter 100 år och GTP handlar endast om det valda året. Att metangasen haft stor påverkan på temperaturen innan detta år tas inte hänsyn till när  $GTP_{100}$  tas fram.

### **2.3 NORDISKA NÄRINGSREKOMMENDATIONER (NNR 2012)**

Den femte upplagan av Nordiska näringsrekommendationer, Nordic Nutrition Recommendations - Integrating nutrition and physical activity, gavs ut av Nordiska Ministerrådet och är de officiella rekommendationer som används i Sverige (27). NNR 2012 togs fram av en arbetsgrupp med två vetenskapliga experter från varje nordiskt land, och mer än hundra vetenskapliga experter deltog i revideringen.

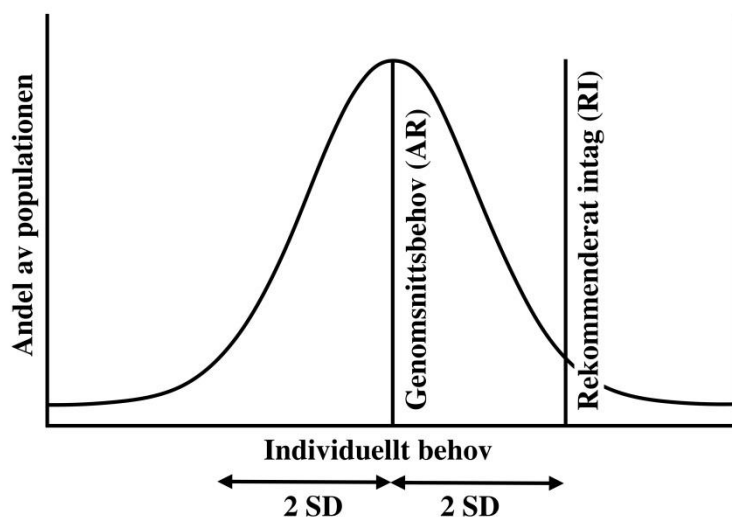
NNR ger information om matvanor som främjar hälsan på kort och lång sikt, genom att bidra med näringsämnen och bidra till att minska risken för sjukdomar som är kopplade till matvanor och livsstil. Det finns flera olika sorters referensvärden i NNR och de som är relevanta för denna avhandling beskrivs nedan.

För rekommendation av makronäringsämnen (dvs. de energigivande näringsämnena protein, fett och kolhydrater) används rekommenderade intagsintervall uttryckt i procent av det dagliga energiintaget, energiprocent (E%). Undantagen är de kategorier av makronäringsämnen som istället har tröskelvärden. För tillsatt raffinerat socker och mättat fett finns övre tröskelvärden och för fibrer finns nedre tröskelvärden. Dessa intagsintervall respektive tröskelvärden används som utgångspunkt för planering av matintag till grupper och vid värdering av näringsintag från kostundersökningar.

Genomsnittsbbehov (AR, average requirement) innebär det intag av mikronäringsämnen (vitaminer och mineraler) som krävs för att upprätthålla god näringsbalans, funktion och tillväxt för en genomsnittsperson inom en definierad grupp. Förutsatt att behovet av ett näringsämne är normalfördelat är genomsnittsbbehovet tillräckligt för att täcka behovet för hälften av individerna i gruppen. Genomsnittsbbehovet kan skilja sig beroende på kön, ålder, graviditet och amning. Det finns olika kriterier för att fastställa genomsnittsbbehovet, exempelvis halter av näringsämnet i kroppen, mängd som utsöndras i urinen eller aktiviteten av ett enzym. Andelen individer som har intag av ett näringsämne under genomsnittsbbehovet ger en uppfattning om hur stor andel som har ökad risk att inte ha tillräckligt intag. Genomsnittsbbehovet används som utgångspunkt vid värdering av näringsintag från kostundersökningar. Dock saknas värde för genomsnittsbbehov för kalium, magnesium och natrium.

Rekommenderat intag (RI, recommended intake) för vitaminer och mineraler baseras på genomsnittsbbehovet av mikronäringsämnen men med en marginal som ska täcka behovet hos 97% av befolkningen. Rekommenderat intag används som utgångspunkt för planering av matintag till grupper. Figur 1 är en visualisering av skillnaden mellan genomsnittsbbehov och rekommenderat intag.

Om intaget av mikronäringsämnen understiger lägsta intag (LI, lowest intake level) under en längre tid finns ökad risk för att utveckla bristsymtom. Lägsta intag kan användas för att värdera näringsintag, men dessa värden är osäkra.



Figur 1. Frekvensfördelning för individuellt behov av ett näringsämne.  $RI=AR+2(SD_{AR})$ . SD, standardavvikelse. Figuren är omarberad från Figur 2.2. i NNR 2012 (27)

## 2.4 ATT MÄTA INTAG AV MAT

Kostundersökningar kan beskriva specifika intagstillfällen (vad deltagarna äter ”just nu”) eller matvanor (vad deltagarna brukar äta) (28, 29). Exempel på kostundersökningar som beskriver specifika intagstillfällen av mat är matdagbok och 24-timmarsintervju. En fördel med att undersöka specifika intagstillfällen är att det går att upptäcka oregelbundenheter i intaget (dag-till-dag variation). Kosthistorisk intervju och frekvensfrågeformulär är exempel på kostundersökningar som beskriver matvanor. En fördel med att undersöka matvanor är att de fångar intag som är typiska för deltagarna. Kostundersökningar kan vara antingen prospektiva (framåtblickande) eller retrospektiva (tillbakablickande) (28, 29).

### 2.4.1 Prospektiva metoder

Kostundersökningsmetoder som är prospektiva (framåtblickande) går ut på att deltagarna registrerar sitt intag efterhand som det intas. Det finns olika sorters matdagböcker, exempelvis menydagbok, skattad eller vägd matdagbok. I alla dessa registrerar deltagarna allt de äter och dricker, men i menydagboken uppges inte mängder. I en skattad matdagbok uppges mängder med hjälp av portionsguider (bilderböcker), hushållsmått etc, medan deltagare som gör en vägd matdagbok väger allt som intas.

Fördelen med prospektiva metoder är att de inte baseras på att deltagarna ska komma ihåg vad de har ätit och druckit, utan deltagarna registrerar intaget allt eftersom de äter och dricker. Hela intaget mäts och mängder kan skattas och vägas på ett noggrant sätt.

Nackdelen med prospektiva metoder är att de kan påverka deltagarnas intag. Det som ofta sker är att deltagarna äter mindre överlag (”underätande”), äter mindre av vad som brukar anses onyttiga livsmedel (selektiv underrapportering) och äter mindre komplicerade maträtter (väljer en varmkorv istället för en gryta). Detta kan vara medvetet eller omedvetet. Det är troligt att vissa livsmedel felrapporteras mer än andra livsmedel och att vissa deltagare felrapporterar mer än andra deltagare, vilket innebär svårigheter att i efterhand kompensera för felrapportering i en matvaneundersökning. Att metoderna är krävande är en nackdel i sig och detta ökar risken för att deltagare inte fullföljer registreringen samt att de som väljer att delta är mer intresserade av mat och hälsa än befolkningen i allmänhet (28, 29).

### 2.4.2 Retrospektiva metoder

Kostundersökningsmetoder som är bakåtblickande går ut på att deltagarna ska ge information om mat och dryck som de redan ätit, via intervjuer eller frekvensfrågeformulär. Fördelen med retrospektiva metoder är att de inte påverkar deltagarnas matvanor och nackdelen är att de baseras på deltagarnas minne och förmåga att skatta mängder.

### 2.4.2.1 Intervjuer

I en 24-timmarsintervju får deltagarna beskriva allt de ätit och druckit under senaste dygnet. Deltagarna vet inte i förväg när intervjun kommer att ske. Intervjuerna kan upprepas med vissa mellanrum för att täcka en längre tidsperiod. Fördelarna med dessa intervjuer är att de är enkla och inte är så krävande för deltagarna (jämfört med exempelvis matdagbok), vilket underlättar rekryteringen. En nackdel är att de behöver upprepas flera gånger för att ge information som är typisk för deltagarna.

Det finns olika varianter av kosthistoriska intervjuer men alla undersöker deltagarnas ”vanliga” intag under allt ifrån en vecka till ett år. En fördel med dessa intervjuer är att det går att undersöka längre tidsperioder. Om deltagarna har gott minne och god förmåga att skatta mängder så kan metoden ge bra resultat. Dock kan metoden ge intryck av falsk regelbundenhet. Metodens nackdel är att den är tidsmässigt och intellektuellt krävande för både deltagarna och den som ställer frågorna.

I intervjuerna uppges mängder med hjälp av portionsguider (bilderböcker), hushållsmått etc. En nackdel med alla intervjuer är att personen som ställer frågorna kan påverka resultatet genom sitt sätt att fråga och urval av frågor (28, 29).

### 2.4.2.2 Frekvensformulär (*food frequency questionnaire, FFQ*)

I ett livsmedelsfrekvensformulär/ frekvensfrågeformulär, som hädanefter kallas frekvensformulär i denna avhandling, får deltagarna svara på frågor om hur ofta de har ätit olika förifyllda livsmedel, grupper av livsmedel och maträtter senaste månaden, kvartalet eller året. Skattning av mängden mat och dryck kan ske på tre olika sätt: 1) genom specifika frågor om mängder, speciellt för livsmedel som kan anges med enheter, exempelvis antal skivor bröd och antal glas mjölk, 2) genom bilder med olika portionsstorlekar av vanliga livsmedel/maträtter, och/eller 3) genom standardiserade portionsstorlekar (förifyllda mängder).

Frekvensformulär är tidskrävande att utveckla och validera. Metoden används ofta i stora epidemiologiska studier, eftersom frekvensformulär är enkla att administrera. Fördelen med enkäter är att de inte är så belastande för deltagarna (jämfört med övriga kostundersökningsmetoder), vilket underlättar rekryteringen. En nackdel är att det är en grov metod som inte mäter hela intaget och kan ge intryck av falsk regelbundenhet. Slutligen, på samma sätt som urval av frågor påverkar resultatet från en intervju, kommer urvalet av livsmedel samt urvalet av portionsstorlekar att påverka resultatet från ett frekvensformulär (28, 29).

## **2.5 ATT MÄTA TILLFÖRLITLIGHETEN I EN KOSTUNDERSÖKNING**

Hur kan man veta om kostundersökningsmetoden mäter det man vill mäta? En kostundersökningsmetod räknas som valid när deltagarna ätit som de brukar och sanningsenligt rapporterat vad de ätit. Tillförlitligheten hos en kostundersökningsmetod kan studeras genom att jämföras med en annan kostundersökningsmetod (som då kallas referensmetod). Alla kostundersökningsmetoder har styrkor och svagheter, men vanligtvis väljs en metod som anses mer tillförlitlig till referensmetod. Det är bra om metoderna har olika styrkor och svagheter för att få oberoende (okorrelerade) felkällor. T.ex., om kostundersökningsmetoden ifråga baseras på minnet är det bra om referensmetoden inte gör det. Sedan mäts överensstämmelsen mellan metoderna på olika sätt och detta kallas för *relativ validering*.

## **2.6 LIVSMEDELSDATABASEN**

Livsmedelsverkets livsmedelsdatabas är den svenska nationella databasen över näringsinnehåll. Livsmedelsdatabasen innehåller mer än 2000 livsmedel och maträtter och ger information om innehållet av cirka 50 näringsämnen. Alla livsmedel i databasen har unika livsmedelsnummer (30).

Näringsvärdena kan antingen vara analyserade, beräknade, inlånade eller skattade. Många baslivsmedel har analyserade näringsvärden och analyserna sker med kvalitetssäkrade analysmetoder. Ungefär en tredjedel av alla livsmedel har beräknade näringsvärden, och dessa är huvudsakligen maträtter. Maträtter med beräknade näringsvärden har information om receptet som använts vid beräkningen, med alla ingredienser och proportioner, samt information om viktförändring och näringsämnesförluster. Maträtter med analyserade näringsvärden saknar information om recept. Slutligen, vissa näringsvärden har lånats från andra länders databaser eller från livsmedelsindustrin och vissa näringsvärden är skattade med hjälp av näringsvärden från likartade livsmedel (30, 31).

## **2.7 ATT MÄTA UTSLÄPP AV VÄXTHUSGASER FRÅN MAT**

Detta avsnitt innehåller en genomgång av studier där växthusgasutsläpp från mat har skattats på individnivå utifrån olika kostundersökningar. Avsnittet inkluderar även en genomgång av aspekter som bör beaktas vid tolkningar och jämförelser av studiernas resultat. Data över växthusutsläpp från dessa studier kommer att presenteras och jämföras med resultat från delstudie 2 i diskussionen.



### 2.7.1 Att mäta utsläpp av växthusgaser från mat på individnivå

När studierna till denna avhandling planerades fanns det ytterst få publicerade studier med växthusgasutsläpp skattade på individnivå och som även visade på variationen inom en grupp. Det saknades även studier över utsläpp av växthusgaser från svenska matvanor. Vieux et al. (32) och Aston et al. (33) var två av de första som publicerade data över växthusgasutsläpp från matvanor och även beskrev variationen mellan olika individer. Deras data kom från 7-dagars matdagbok i den franska respektive brittiska nationella matvaneundersökningen.

Under 2014 publicerade Soret et al. (34), Biesbroek et al. (35) och Scarborough et al. (36) utsläpp av växthusgaser på individnivå skattade med frekvensformulär i USA och Kanada, Nederländerna respektive Storbritannien. Studien av Soret et al. (34) saknar information om huruvida formuläret är validerat. Biesbroek et al. (35) beskriver resultat från en validering av formulärets skattning av intag av olika livsmedel, t.ex. potatis, grönsaker, kött, mejeriprodukter och sötsaker. Även formuläret som används i studien av Scarborough et al. (36) har validerats, men valideringen omfattar enbart skattningen av näringsämnen.

Några år senare, vid skrivandet av denna avhandling finns betydligt fler publicerade skattningar av växthusgaser från mat på individnivå. De länder som har flest publicerade skattningar av växthusgasutsläpp från maten på individnivå är Nederländerna (35, 37-41), Storbritannien (33, 36, 42, 43), Frankrike (44-46) och Sverige (8, 47, 48), men det finns även publicerade skattningar från Australien (49, 50), Irland (51, 52), Tyskland (53, 54), Italien (55), Kina (56) och USA och Kanada (34).

Tabell 1 visar en sammanställning av 27 publicerade studier 2012 till 2017 där växthusgasutsläpp skattats med olika kostundersökningsmetoder. De senaste fem åren har det publicerats flest artiklar som är baserade på matdagböcker, och dessa varade mellan 2 och 7 dagar. Frekvensformulär och 24-timmarsintervjuer tycks vara lika vanliga och kosthistoriska intervjuer tycks vara det minst vanliga. Av de som använt sig av frekvensformulär är det endast Bälter et al. (8) som har validerat skattningen av växthusgasutsläpp. Cirka 70% av artiklarna presenterar växthusgasutsläpp från nationella undersökningar medan drygt 20% presenterar data från kohortstudier. Alla kohortstudier har använt sig av frekvensformulär. Endast två artiklar presenterar växthusgasutsläpp från specifika grupper; ammande överviktiga kvinnor (47) respektive unga vuxna i utvalda skolor (57).

Majoriteten av studierna har använt sig av data från LCA-studier för att skatta växthusgasutsläpp från maten. Övriga studier har använt sig av input-outputanalys (49, 50, 58) respektive en blandning mellan input-outputanalys och LCA (46, 54).

Tabell 1. Sammanställning av 27 studier publicerade mellan 2012 till 2017 där växthusgasutsläpp skattats med olika kostundersökningsmetoder

Första författare, år, land	Kostundersökningsmetod, undersökningstyp
van Dooren, 2014, Nederländerna (40)	Matdagbok (2 d), Nationell undersökning
Song, 2017, Kina (56)	Matdagbok (3 d), Nationell undersökning
Germani, 2014, Italien (55)	Matdagbok (3 d), Nationell undersökning
Horgan, 2016, Storbritannien (43)	Matdagbok (4 d), Nationell undersökning
Hyland, 2016, Irland (51)	Matdagbok (4 d), Nationell undersökning
Hyland, 2017, Irland (52)	Matdagbok (4 d), Nationell undersökning
Huseinovic, 2017, Sverige (47)	Matdagbok (4 d), Utvald grupp (ammande)
Aston, 2012, Storbritannien (33)	Matdagbok (7 d), Nationell undersökning
Vieux, 2012, Frankrike (32)	Matdagbok (7 d), Nationell undersökning
Vieux, 2013, Frankrike (44)	Matdagbok (7 d), Nationell undersökning
Masset, 2014, Frankrike (45)	Matdagbok (7 d), Nationell undersökning
Perignon 2016, Frankrike (46)	Matdagbok (7 d), Nationell undersökning
Donati, 2016, Italien (57)	Matdagbok (7 d), Utvald grupp (skolelever)
Hendrie, 2014, Australien (58)	24-timmarsintervju, Nationell undersökning
Hendrie, 2016, Australien (49)	24-timmarsintervju, Nationell undersökning
Ridoutt, 2016, Australien (50)	24-timmarsintervju, Nationell undersökning
Seves, 2017, Nederländerna (38)	24-timmarsintervju, Nationell undersökning
Temme, 2015, Nederländerna (37)	24-timmarsintervju, Nationell undersökning
van de Kamp, 2017, Nederländerna (39)	24-timmarsintervju, Nationell undersökning
Biesbroek, 2014, Nederländerna (35)	Frekvensformulär, Kohortstudie
Biesbroek, 2017, Nederländerna (41)	Frekvensformulär, Kohortstudie
Bälter, 2017, Sverige (8)	Frekvensformulär, Kohortstudie
Monsivais, 2015, Storbritannien (42)	Frekvensformulär, Kohortstudie
Scarborough, 2014, Storbritannien (36)	Frekvensformulär, Kohortstudie
Soret, 2014, USA Kanada (34)	Frekvensformulär, Kohortstudie
Meier, 2013, Tyskland (54)	Kosthistorisk intervju, Nationell undersökning
Treu, 2017, Tyskland (53)	Kosthistorisk intervju, Nationell undersökning

Både LCA-studier och input-outputanalyser beräknar kvantiteter av olika resurser som förbrukas och emissioner och avfall som genereras. Skillnaden är att beräkningarna sker per funktionella enheter (exempelvis 1 kg) i LCA-studier och per monetära enheter (monetära värden) i input-outputanalyser. Därför använder sig studierna av olika datakällor, LCA-studier utgår från specifika processdata medan input-outputanalyser utgår från nationalräkenskaperna. En annan skillnad är att LCA-studier kan ta med alla steg i livscykelns inklusive användningsfasen, medan input-outputanalyser kan ta med alla steg exklusive användningsfasen (59).

Tabell 2 visar systemgränser för de 27 publikationerna. Några artiklar saknar information om systemgränser (40, 50, 57) och en artikel har olika systemgränser för olika livsmedel (34). Endast artikeln av Meier et al. har med utsläpp från markanvändning och direkt förändrad markanvändning (54). Övriga artiklar har jordbruk/fiske som uppströms systemgräns. De vanligaste systemgränserna nedströms är ”till försäljning i butik” och ”till tallrik”. En tredjedel av de som har systemgränsen ”till försäljning i butik” har exkluderat steget industriell tillagning och en tredjedel av de som har systemgränsen ”till tallrik” har exkluderat steget transport hem från butik.

Tabell 2. Systemgränser för 27 studierna publicerade mellan 2012 till 2017. Inkluderade utsläpp från extra steg är markerade med plus (+) och exkluderade utsläpp är markerade med minus (-).

Första författare, år, land	Systemgränser för utsläpp av växthusgaser
Donati, 2016, Italien (57)	Information saknas
Ridoutt, 2016, Australien (50)	Information saknas
van Dooren, 2014, Nederländerna (40)	Information saknas
Soret, 2014, USA Kanada (34)	Olika systemgränser för olika livsmedel. Till gårdsgrind eller grossist för vegetabilier, förutom vegetabiliska köttsubstitut som var till industri-tillagning. Till butik för mejeriprodukter och övriga processade livsmedel. Till gårdsgrind för nötkött, griskött och fågel. Till grossist för hamburgare
Huseinovic, 2017, Sverige (47)	Till industriell tillagning - Förpackning - Distribution
Song, 2017, Kina (56)	Till industriell tillagning + Transport + Förvaring
Scarborough, 2014, Storbritannien (36)	Till försäljning i butik - Industriell tillagning
Horgan, 2016, Storbritannien (43)	Till försäljning i butik - Industriell tillagning
Treu, 2017, Tyskland (53)	Till försäljning i butik - Industriell tillagning
Bälter, 2017, Sverige (8)	Till försäljning i butik
Germani, 2014, Italien (55)	Till försäljning i butik
Hendrie, 2014, Australien (58)	Till försäljning i butik
Hendrie, 2016, Australien (49)	Till försäljning i butik
Monsivais, 2015, Storbritannien (42)	Till försäljning i butik
Vieux, 2012, Frankrike (32)	Till försäljning i butik
Meier, 2013, Tyskland (54)	Till försäljning i butik + Utsläpp från markanvändning och direkt förändrad markanvändning
Vieux, 2013, Frankrike (44)	Till tallrik - Transport hem från butik
Aston, 2012, Storbritannien (33)	Till tallrik
Hyland, 2016, Irland (51)	Till tallrik
Hyland, 2017, Irland (52)	Till tallrik
van de Kamp, 2017, Nederländerna (39)	Till tallrik
Masset, 2014, Frankrike (45)	Till tallrik - Transport hem från butik + Avfallshantering av förpackningar
Perignon, 2016, Frankrike (46)	Till tallrik - Transport hem från butik + Avfallshantering av förpackningar
Seves, 2017, Nederländerna (38)	Till tallrik - Transport hem från butik + Resten av livscykeln
Biesbroek, 2014, Nederländerna (35)	Till tallrik + Förbränning av avfallsprodukter
Biesbroek, 2017, Nederländerna (41)	Till tallrik + Förbränning av avfallsprodukter
Temme, 2015, Nederländerna (37)	Till tallrik + Förbränning av avfallsprodukter

Hälften av artiklarna har information om hantering av maträtter (8, 34, 42, 43, 46, 47, 49-54, 58) medan resten inte nämner detta (32, 33, 35-41, 44, 45, 55-57). Två tredjedelar av artiklarna saknar information om huruvida de har tagit hänsyn till viktförändring vid tillagning (33-35, 37, 38, 40, 41, 45-47, 49-52, 54-57). Dock ingår matlagning i systemgränsen för tre av dem (35, 37, 41). En fjärdedel beskriver att de har tagit hänsyn till viktförändring vid tillagning (8, 32, 39, 43, 44, 53, 58). Slutligen, två artiklar skriver att de inte tagit hänsyn till viktförändring vid tillagning (36, 42).

Matavfall (oundvikligt matavfall eller matsvinn) uppstår längs hela livscykel. En tredjedel av artiklarna saknar information om hur de tagit hänsyn till matavfall (34, 40, 44, 46, 47, 49, 50, 55, 58). Drygt hälften skriver att de har tagit hänsyn till matavfall (på något sätt) (8, 32, 33, 35, 37-39, 41-43, 51-54, 57). Endast tre av studierna beskriver att de inte tagit hänsyn till matavfall (36, 45, 56).

## **2.8 UTSLÄPP AV VÄXTHUSGASER FRÅN SVENSKA MATVANOR**

Det totala utsläppet av växthusgaser från svensk konsumtion skattas till ca 11 ton CO<sub>2</sub>e per person och år (9). Detta kan jämföras med 1-2 ton CO<sub>2</sub>e per person och år som utsläppen behöver minska till för att nå tvågradersmålet (se 2.1.2 Internationella mål).

Hushållens utsläpp av växthusgaser kan delas in i fem konsumtionsområden; livsmedel, transport, boende, kläder/skor samt övrigt (t.ex. vård, sjukvårdsprodukter, skönhetsvård). Naturvårdsverket bedömer att livsmedel står för 30% av hushållens utsläpp, liksom transporter, medan boende står för 20%, kläder/skor för 6% och övrigt för 12% av utsläppen (9). Vid bedömningen exkluderades utsläpp och upptag i sektorn markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk.

## **2.9 NÄRINGSINTAG FÖR OLIKA UTSLÄPP AV VÄXTHUSGASER FRÅN MAT**

Några av artiklarna i tabell 1, Monsivais et al. (42), Ridoutt et al. (50) och Hendrie et al. (49), redovisar växthusgasutsläpp utifrån kvaliteten på deltagarnas matintag, men de använder sig inte av näringsämnen utan endast utvalda livsmedelsgrupper, och kommer därför inte att diskuteras i denna avhandling. Ungefär hälften av studierna redovisar inte deltagarnas näringsintag och tre studier redovisar näringsintaget endast för genomsnittet (38, 39, 58).

Vieux et al. (44) redovisar inte näringsintaget som sådant utan använder sig av poängsättning av deltagarnas näringsintag utifrån olika kriterier. De ger poäng utifrån en indikator på låg (dålig) näringskvalitet och två indikatorer på hög (bra) näringskvalitet. Låg näringskvalitet utvärderas med hjälp av övre tröskelvärden för mättat fett, salt och fria sockerarter (definierat som tillsatt raffinerat socker samt naturligt socker i honung, sirap och fruktjuice). Den övergripande slutsatsen är att deltagarna med lägst utsläpp av växthusgaser från maten har sämre näringskvalitet jämfört med deltagarna med högre utsläpp. Hög näringskvalitet utvärderas dels med hjälp av näringstäthet (kcal per gram) och dels med hjälp av dagligt rekommenderat intag av protein, fibrer, retinolekvivalenter, tiamin, riboflavin, niacin, vitamin B<sub>6</sub>, folat, vitamin B<sub>12</sub>, vitamin C, vitamin E, vitamin D, kalcium, kalium, järn, magnesium, zink, koppar, jod och selen.

Scarborough et al. (36) beskriver näringsintaget för brittiska deltagare med högt köttintag ( $\geq 100$  g/d), medelhögt köttintag (50-99 g/d), lågt köttintag ( $< 50$  g/d), fiskätare, vegetarianer respektive veganer. Resultatet visade att vid en minskning av animalier i maten så minskade intaget av protein och mättat fett medan intaget av kolhydrater, fibrer och sockerarter ökade. Hyland et al. (52) använde sig av klusteranalys och beskriver tre olika matmönster med benämningarna ”Kulturellt hållbar”, ”Näringsmässigt hållbar” respektive ”Ohållbar”. ”Ohållbar” hade högst växthusgasutsläpp för både kvinnor och män. Matmönstret ”Ohållbar” hade lägre intag av protein, fett och kolhydrater men dubbelt så högt intag av alkohol, jämfört med de andra matmönstren, för både kvinnor och män. Intaget av protein, fett och kolhydrater redovisas som energiprocent för de irländska deltagare som klassificerats till respektive matmönster. Vid beräkningen av energiprocent inkluderades energi från alkohol.

Endast två artiklar beskriver näringsintaget för deltagare med låga respektive höga utsläpp av växthusgaser (8, 37). Temme et al. (37) från Nederländerna har delat in deltagarna i tertiler utifrån växthusgasutsläpp. Deltagarna i tertilen med lägst växthusgasutsläpp hade lägre intag av protein, fett, mättat fett samt alkohol, men högre intag av kolhydrater, fibrer, mono- och disackarider samt polysackarider, jämfört med deltagarna i den högsta utsläppsgruppen. Även Temme et al. inkluderade energi från alkohol i sin beräkning av energiprocent. Artikeln av Bälter et al. (8) från Sverige (som jag är medförfattare till) redovisar utvalda näringsämnen för deltagare indelade i kvartiler utifrån växthusgasutsläpp. Bälter et al. (8) redovisar inte intag av alkohol, men i likhet med Temme et al. (37) har deltagarna i kvartilen med lägst växthusgasutsläpp lägre intag av protein, fett samt mättat fett, men högre intag av kolhydrater och fibrer jämfört med deltagarna i den högsta utsläppsgruppen. Bälter et al. (8) redovisar intag av de näringsämnen som Temme et al. (37) redovisar förutom mono- och disackarider samt polysackarider. Vidare redovisas intag av såväl enkel- som fleromättat fett, samt utvalda mikronäringsämnen:  $\beta$ -karoten, vitamin C, folat, vitamin B<sub>12</sub>, järn, zink, vitamin D, retinol, retinolekvivalenter och kalcium. Bälter et al. exkluderade energi från alkohol i sin beräkning av energiprocent.

Artikeln av Bälter et al. (8) jämför näringsintaget med rekommendationer för matplanering till heterogena grupper enligt NNR (8). Intaget av vitamin D och folat var betydligt lägre än rekommenderat intag för alla kvartiler av växthusgasutsläpp. För vitamin D var medianintaget lägre för den lägsta gruppen jämfört med den högsta gruppen, men det var ingen skillnad för folat. För fibrer var medianintaget precis tillräckligt för att uppnå rekommenderat intag för lägsta gruppen, men medianintaget var lägre än rekommenderat intag för de övriga grupperna. För järn och retinolekvivalenter var medianintaget precis tillräckligt för att uppnå rekommenderat intag för alla grupper. För kalcium var medianintaget för lägsta gruppen precis tillräckligt medan övriga grupper hade intag högre än rekommenderat intag. Slutligen, medianen i alla grupper hade högre intag än rekommenderat intag av zink, vitamin C och vitamin B<sub>12</sub>.

### 3 SYFTEN

Syftet med denna licentiatavhandling är att utvärdera ett frekvensformulärs förmåga att skatta växthusgasutsläpp från mat samt att undersöka näringsintaget från matvanor med varierande utsläpp av växthusgaser.

Specifika mål för delstudierna:

- I Att validera skattningen av växthusgasutsläpp från mat med hjälp av ett frekvensformulär jämfört med 7-dagars vägd matdagbok.
- II Att skatta växthusgasutsläpp från mat på individnivå och jämföra näringsintag samt följsamhet till näringsrekommendationer mellan grupper vars matvanor bidrar till låga respektive höga växthusgasutsläpp.

## 4 METODER

### 4.1 INSAMLING OCH JUSTERING AV DATA ÖVER VÄXTHUSGASUTSLÄPP

För att skatta växthusgasutsläpp relaterade till produktion och konsumtion av mat samlades LCA-data in där utsläpp av metangas, lustgas och koldioxid redovisades som kg CO<sub>2</sub>e per kg livsmedel. Målet var att få representativa LCA-data för livsmedelskonsumtionen i Sverige. Ett antal grupperingar av livsmedel skapades, där växthusgasutsläppen baserades på flera LCA-studier.

#### 4.1.1 Global uppvärmningspotential (GWP)

GWP är beräknad med en tidshorisont på 100 år för alla livsmedel i studierna. Ungefär hälften av livsmedlen har LCA-data som baseras på GWP från den senaste IPCC-rapporten (5). LCA-data för ris och alla livsmedel från idisslare har de senaste GWP-värdena, med två undantag. Undantagen är glass och mjölkchoklad, vars LCA-data baseras på GWP från den föregående IPCC-rapporten, från 2007 (26, 60), med lägre värde för metangas. Detta innebär att LCA-data för glass och mjölkchoklad är något lägre jämfört med om det nya värdet (GWP<sub>100</sub>=34) skulle använts för metangas, men detta har sannolikt inte påverkat slutresultatet. Istället är det en viktig styrka att GWP från den senaste IPCC-rapporten har använts för majoriteten av livsmedlen i avhanlingens studier.

#### 4.1.2 Funktionell enhet

Den funktionella enheten som användes för alla livsmedel var 1 kg. Data från studier med andra funktionella enheter räknades om till utsläpp per 1 kg livsmedel. T.ex. hade kaffe från början den funktionella enheten en kopp (0,125 liter) (61).

#### 4.1.3 Systemgränser

Alla livsmedel hade systemgränserna jordbruk/fiske till butik, vilket innebär att alla utsläpp av växthusgaser från och med jordbruk/fiske och till och med butik togs med i beräkningarna. Utsläpp från förändrad markanvändning, exempelvis avskogning, inkluderades inte eftersom detta inte ingick i tillgänglig LCA-data. Utsläpp efter butik, exempelvis från transporter, förvaring och matlagning, liksom från avfallshantering, ingick inte heller. För LCA-studier som hade nedströms systemgräns innan butik lades schablonutsläpp till för olika steg i livsmedelssystemet. För schablonutsläpp användes huvudsakligen data från ”Maten och miljön, Livscykelanalys av sju livsmedel” och kommunikation med författaren Katarina Ahlmén (62). Schablonutsläpp av växthusgaser för olika steg i livsmedelssystemet för sju sorters livsmedel visas i tabell 3. För schablonutsläpp för transport av fisk och skaldjur användes data från Winther et al. (63) och Ziegler et al. (64).

Tabell 3. Schablonutsläpp av växthusgaser för olika steg i livsmedelssystemet för sju sorters livsmedel

Livsmedel	Kg CO <sub>2</sub> e/kg livsmedel för olika steg i livsmedelskedjan			
	Förpackningar, distribution och butiksledet	Butiksledet	Distribution och butiksledet	Förpackning och butiksledet
Mjölk	0,090	0,034	0,052	
Nötkött	0,284	0,034		
Griskött	0,284	0,034		
Kyckling	0,090	0,034		0,069
Bröd	0,202	0,034	0,055	0,144
Potatis	0,109	0,034		
Sallad	0,206	0,034		

#### 4.1.4 Viktförändring vid tillagning

I Meal-Q kunde deltagarna endast registrera hur stora portioner de åt av livsmedel i den form de konsumerade det, t.ex. välja portionsstorlek för tillagad pasta och tillagat kött. I matdagböckerna, både i delstudie 1 och 2, kunde deltagarna själva registrera antingen mängden tillagade eller icke-tillagade livsmedel.

LCA-studierna hade vanligtvis den funktionella enheten 1 kg av rått/icke-tillagat livsmedel. LCA-data för icke-tillagade livsmedel justerades för viktförändring vid tillagning, både med avseende på viktökning (som beror på upptag av vatten, exempelvis vid tillagning av pasta), och viktminskning (som beror på förlust av vatten och fett, exempelvis vid tillagning av kött). Den genomsnittliga viktförändringen för varje livsmedelskategori beräknades med hjälp av data från livsmedelsdatabasen (30). Se tabell 4 för exempel på genomsnittlig viktförändring för livsmedel som ändrar vikt vid tillagning.

Tabell 4. Genomsnittlig viktförändring av livsmedel vid tillagning. Värdet <1 innebär viktminskning och värdet >1 innebär viktökning

Livsmedelskategori	Viktförändring vid tillagning
Griskött	0,67
Fågel	0,70
Räkor och hummer	0,73
Lammkött, fårkött	0,76
Potatis	0,77
Nötkött, viltkött, lax	0,78
Strömming/sill	0,84
Torsk, korv	0,89
Pasta, couscous, bulgur och quinoa	2,67
Baljväxter	2,78
Ris	2,87



#### 4.1.5 Matavfall

Begreppet matavfall innefattar både oundvikligt matavfall och matsvinn. Exempel på oundvikligt matavfall är bananskal, tepåsar och ben. LCA-data justerades med hänsyn till oundvikligt matavfall med hjälp av data från livsmedelsdatabasen (30), se tabell 5.

Begreppet matsvinn används för onödigt (undvikligt) matavfall, vilket innebär mat som kastas som hade kunnat ätas om den hade hanterats annorlunda. LCA-data justerades med hänsyn till matsvinn före respektive efter tillagning, med hjälp av data från den brittiska Waste and Resources Action Programme (WRAP) (65) och en FAO-rapport (66). Se tabell 6 över procent matsvinn per livsmedelskategori och tabell 7 för matsvinn före respektive efter tillagning för de livsmedelskategorier som ändrar vikt vid tillagning.

Tabell 5. Oundvikligt matavfall

Livsmedelskategorier	Oundvikligt matavfall i LCA-data till delstudie 1, procent (%)	Oundvikligt matavfall i LCA-data till delstudie 2, procent (%) (korrigeringar är understrukna)
Lax	35	<u>0</u>
Torsk	34	<u>0</u>
Strömmig/sill	36	<u>0</u>
Makrill	41	<u>0</u>
Musslor utan skal	71	<u>0</u>
Övrig sjömat	40,8	<u>0</u>
Räkor och hummer utan skal	62	62
Isbergssallad, gurka	5	5
Färsk frukt och bär, inhemsk	5,9	5,9
Färsk frukt och bär, importerad (exkl. banan, citrusfrukt) Rotsaker, lök	11,5	11,5
Ägg	12	12
Broccoli och andra grönsaker som inte inkluderas i "rotsaker, lök"	20,2	20,2
Potatisprodukter	22	22
Citrusfrukt	27	27
Färsk frukt, bär och grönsaker, flygtransporterat	27,2	27,2
Banan	37	37

Tabell 6. Matsvinn per livsmedelskategori

Livsmedelskategori	Matsvinn, procent (%)
Vegetabiliska oljor och margarin	4
Vin/ likör, öl, starkcider, sprit/vodka/rom	5
Kakor och bakverk, snacks (chips mm), skumgodis, gelegodis, mjölkchoklad, mörk choklad, nötter och frön	6
Mjölk, filmjölk, yoghurt, hårdost/gul ost (inkl. halloumi), smör, övriga mejeriprodukter, Bregott, mjuk ost/vit ost (inkl. fetaost, mozzarella, crème cheese, mögelost), grädde, ägg, tofu, sojakorv etc, quorn, växtmjölk (sojadryck, havredryck, kokosmjölk), kaffe, te	8
Läsk och saft	9
Nötkött, blandfärs, lammkött, viltkött, fläskkött, fågelkött, korv, lax, torsk, strömming/sill, makrill, musslor utan skal, räkor och hummer, övrig sjömat	11
Glass, oliver, juice	14
Baljväxter, torkad frukt, pasta, couscous, bulgur, quinoa, mjöl, gryn, frukostflingor, ris, socker och sirap	16
Potatisprodukter (ej chips)	17
Färsk frukt och bär, banan, citrusfrukt, flygtransporterad färsk frukt, bär och grönsaker	18
Tomat, isbergssallad, gurka, rotgrönsaker, lök, broccoli, grönsaker som inte ingår i rotgrönsaker och lök, sylt	20
Bröd	29

Tabell 7. Matsvinn före respektive efter tillagning för de livsmedelskategorier som ändrar vikt vid tillagning

Livsmedelskategorier	Matsvinn före tillagning, procent (%)	Matsvinn efter tillagning, procent (%)
Ris	4,3	95,7
Pasta, couscous, bulgur, quinoa	18,5	81,5
Fågelkött	26,6	73,4
Baljväxter, torkad frukt	29,1	70,9
Nötkött, blandfärs, lammkött, viltkött, lax, torsk, strömming/sill, makrill, räkor och hummer, övrig sjömat	41	59
Fläskkött	43,8	56,2
Korv	48,7	51,3
Potatisprodukter (ej chips)	53,5	46,5
Övriga	100	

#### 4.1.6 LCA-data i delstudie 1 och 2

LCA-data till delstudie 1 finns publicerat som extramaterial och består av 65 livsmedelskategorier, se tabell S1 (Additional file 1, Table S1, s. 2-4).

LCA-data till delstudie 2 finns publicerat som extramaterial och består av 105 livsmedelskategorier, se tabell S1 (Supplementary material, Table S1, s. 2-7).

Inför delstudie 2 korrigerades och kompletterades LCA-data speciellt för de livsmedel som hade högst intagsfrekvens i Riksmaten 2010-11, dvs. som konsumerades ofta, och livsmedel som har höga växthusgasutsläpp. Mycket tid lades på att hitta representativa LCA-data för mejeriprodukter, sjömat och korv.

I delstudie 1 allokeras 100% av utsläppen till mjölk och 0% till köttet från mjölkdjuren, medan 85% av utsläppen allokeras till mjölk och 15% till köttet från mjölkdjuren i delstudie 2. Den funktionella enheten för alla typer av kött i Bryngelsson et al. (67) var 1 kg ”rent kött” (fettfri slaktkropp) och denna funktionella enhet användes i delstudie 1. Under slutet av arbetet med delstudie 2 togs beslutet att det var olämpligt att använda den funktionella enheten 1 kg ”rent kött”. Ett antagande gjordes att allt kött innehåller 10% fett och den nya funktionella enheten blev 1 kg ”slaktkropp med 10% fett” och LCA-data för varje köttslag justerades (räknades ner) med 10%. Data till delstudie 1 kommer från skriftlig kommunikation med David Bryngelsson medan data till delstudie 2 kommer från en artikel som publicerades 2016 av Bryngelsson et al. (67).

Den funktionella enheten som användes i Winther et al. (63) och Ziegler et al. (64) var 1 kg rensad fisk, vilket innebär att de tog hänsyn till oundvikligt matavfall som huvud och ben vid beräkning av LCA-data. I delstudie 1 kategoriserades denna fisk av misstag som orensad. Detta innebär att LCA-data justerades (räknades upp) med hänsyn till oundvikligt matavfall fastän det redan var gjort. Misstaget upptäcktes efter att delstudie 1 var publicerad och korrigerades inför delstudie 2, se Tabell 5.

Istället för att ha en enda kategori för korv skapades till delstudie 2 fler kategorier för korv som baserades på olika sorters kött och olika köttmängd. Andra exempel på kategorier av livsmedel som lades till i delstudie 2 är fler mejeriprodukter och fisksorter samt vatten på flaska.

Delstudie 1 har högre LCA-värden jämfört med delstudie 2 för alla köttslag utom vilt (som hade samma värde i båda studierna) och all sjömat utan räkor och hummer (som hade högre värde i delstudie 2). För mejeriprodukter varierar det vilken delstudie som har högre värden. Delstudie 1 hade högre värden för mjölk, grädde, bregott och cream cheese medan delstudie 2 hade högre värden för smör, gul ost, fetaost, halloumi och mozzarella.

## 4.2 DELSTUDIE 1

Meal-Q är ett frekvensformulär som skapades för att mäta matvanor i en förstudie till LifeGene, en prospektiv befolkningsbaserad kohortstudie i Sverige (68). Delstudie 1 använder data från VALMA (VALidation of Methods Assessing diet and physical activity) som genomfördes under våren 2009 för att undersöka validitet och reproducerbarhet av Meal-Q. Deltagarna i VALMA var vuxna kvinnor och män, många unga vuxna, vilket stämmer överens med de framtida deltagarna i LifeGene. Resultaten för validitet och reproducerbarhet från utvärderingen av energi och makronäringsämnen (69) samt mikronäringsämnen och fibrer (70) av Meal-Q har publicerats.

Rekryteringen till VALMA skedde under våren 2009 genom affischering i Stockholm stad plus tre universitet. För att inkluderas i studien krävdes att deltagaren hade tillgång till internet och en e-postadress och inte försökte gå ner i vikt. Dessutom fick kvinnor inte vara gravida eller ha fött barn de senaste tio månaderna. Totalt rekryterades 180 deltagare och alla gav informerat samtycke. Under studien fyllde deltagarna i Meal-Q samt förde matdagbok. Ungefär hälften av deltagarna ombads att fylla i Meal-Q en andra gång, tre veckor efter den första, för att utvärdera reproducerbarheten. Deltagare exkluderades på grund av bortfall (n = 1), sjukdom (n = 2) och energiunderrapportering (n = 11). Studien godkändes av Regionala etikprövningsnämnden i Stockholm.

### 4.2.1 Frekvensformulär Meal-Q

Meal-Q mäter matvanorna under de senaste månaderna och avser att fånga en stor del av matintaget, men inte hela. Formuläret utgår från dygnets måltider och innehåller frågor om livsmedel och rätter som är representativa för matvanorna i den svenska befolkningen. Deltagarna behöver endast fylla i de livsmedel som de äter minst en gång i månaden. Formuläret är interaktivt och inkluderar 102-174 livsmedel, beroende på antalet följdfrågor. Meal-Q inkluderar tre bildserier av följande livsmedelsgrupper: ris/ potatis/ pasta, kött/ kyckling/ fisk/ vegetariskt protein, och råa/ tillagade grönsaker. Deltagarna kunde välja mellan fem bilder med olika stora portioner per bildserie. För andra livsmedel användes standardportionsstorlekar. För deltagarna i VALMA tog det i genomsnitt 17 minuter att besvara Meal-Q (69).

### 4.2.2 Vägd matdagbok och fysisk aktivitet

Under ett inledande möte fick deltagarna en hushållsvåg och instruktioner om hur de skulle registrera allt de åt och drack under sju dygn i ett webbaserat program som omfattade mer än 2000 livsmedel. Efter registreringen gick studiepersonal igenom matdagböckerna och kontrollerade att de var fullständiga. Deltagarna registrerade även sin fysiska aktivitet genom att rapportera antalet dagliga steg från en stegräknare, samt aktiviteter som inte fångas av stegräknare. Denna information användes för att beräkna deltagarens fysiska aktivitetsnivå (PAL) för att kunna identifiera möjliga energiunderreporterare.

### 4.2.3 Skattning av växthusgasutsläpp per person

Alla livsmedel och maträtter i Meal-Q respektive matdagboken kopplades till koder för LCA-data. Detta utfördes för Meal-Q och matdagboken parallellt för att kopplingen skulle bli så likvärdigt som möjligt. Först kopplades enskilda livsmedel till koder för LCA-data, därefter maträtter. Växthusgasutsläpp för maträtter skattades på följande sätt: upp till tre livsmedel/livsmedelsgrupper viktades. Som hjälp vid viktningen användes i första hand recept från beräknade maträtter i livsmedelsdatabasen (30, 31) och i andra hand standardrecept från internet. För att exempelvis beräkna utsläpp för ”korvgryta med potatis och grönsaker” användes följande viktning: 39% potatis, 32% korv och 29% grova grönsaker.

För att skatta totala växthusgasutsläpp per deltagare multiplicerades klimatavtrycket per kg livsmedel/maträtt med portionsstorleken i kg för för alla livsmedel och maträtter som deltagaren registrerat och därefter summerades växthusgasutsläppen.

### 4.2.4 Statistiska analyser

Statistiska analyser utfördes i programmet Stata, version 13.1. Signifikansnivån sattes till 5%. För att identifiera deltagare som under/överrapporterat sitt energiintag användes beräkningsmodellen Goldbergs cut-off (71, 72). Nedre och övre gränsvärde för energiintag beräknades med hjälp av rapporterat energiintag från matdagboken och skattad energiförbrukning utifrån PAL. För att energijustera växthusgaserna användes residualmetoden (73, 74). En konstant (mängden växthusgasutsläpp vid medelenergiintaget) lades till residualerna. Ojusterade (crude) och energijusterade utsläpp av växthusgaser jämfördes mellan Meal-Q och matdagboken.

#### 4.2.4.1 Validitet – rankning

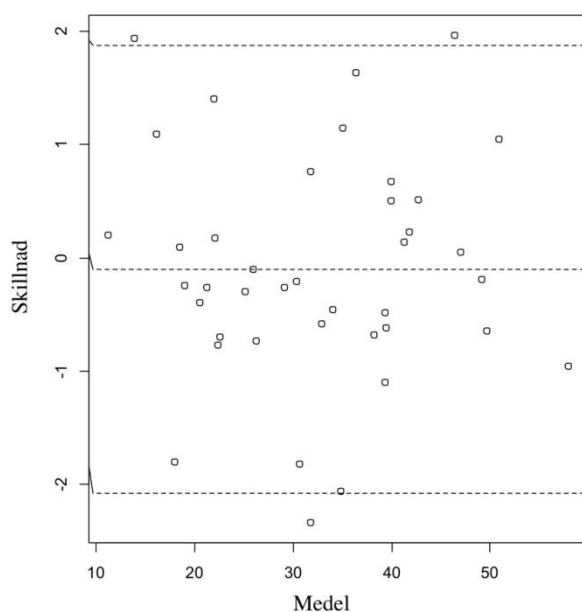
För att göra en fraktiljämförelse (cross-classification, contingency table) rangordnas först värdena från lägsta till högsta utsläpp och därefter delas värdena in i tre, fyra eller fem grupper (för tertil, kvartil eller kvintil jämförelse). Detta görs för både skattade värden från testmetoden och från referensmetoden. Sedan jämförs hur många procent som hamnar i samma grupp från testmetoden och från referensmetoden (exempelvis hur många som hamnar i samma kvartil), och ju högre procent desto bättre samstämmighet. Även hur många som hamnar i motsatta extremgrupper (rakt motsatt kvartil) jämförs (exempelvis hur många som hamnar i kvartil 1 med testmetoden och kvartil 4 med referensmetoden), och här visar låga procent bättre samstämmighet (28, 29).

För att jämföra rankningen baserat på växthusgasutsläpp från Meal-Q och matdagboken användes fraktiljämförelser med kvartiler. Deltagarna rangordnades utifrån ojusterade respektive energijusterade växthusgasutsläpp och delades in i ojusterade respektive energijusterade kvartiler. Därefter jämfördes hur stor procentandel som hamnade i samma kvartil (korrekt klassificering) respektive i rakt motsatt kvartil (felklassificering).

#### 4.2.4.2 Validitet – absolut överensstämmelse

Spidningsdiagram (scatter plots) visualiserar skillnaden mellan två metoder och användes för att få en grafisk utvärdering av överensstämmelsen mellan Meal-Q och matdagboken.

I en Bland-Altmananalys skapas ett diagram där skillnaden mellan två metoder plottas mot medelvärdet av de två metoderna, för varje deltagare. Varje punkt i diagrammet representerar en deltagare. Figur 2 visar en exempelbild över ett Bland-Altmandiagram. Mängden växthusgasutsläpp skattade med dagboken subtraheras från mängden växthusgasutsläpp skattade med Meal-Q och skillnaden plottas längs y-axeln, medan det gemensamma medelvärdet av växthusgasutsläpp (genomsnittet av matdagboken och Meal-Q) plottas längs x-axeln. Bland-Altmandiagrammet visar både hur stor skillnaden är mellan metoderna och om det finns någon trend, exempelvis om skillnaden är större vid låga eller höga intag (28, 29).



Figur 2. Exempelbild över Bland-Altmandiagram.

#### 4.2.4.3 Validitet – linjär överensstämmelse

Som mått på överensstämmelse mellan två mätmetoder kan korrelationskoefficienter ( $r$ ) beräknas, t.ex. Pearson och Spearman. Pearson korrelationskoefficient är ett mått på linjärt samband mellan två metoder/variabler och Spearman korrelationskoefficient är ett mått på graden av monotont samband mellan två metoder/variabler. Pearson och Spearman korrelationskoefficienter kan anta värden mellan -1 och +1 och detta kan sedan tolkas som samband mellan två metoder/variabler. Om korrelationskoefficienten är 0 tolkas det som att det inte finns något linjärt/monotont samband, medan om korrelationskoefficienten är -1 eller 1 tolkas det som ett perfekt linjärt/monotont samband. Som mått på linjär respektive monoton överensstämmelse mellan skattningen av växthusgaser med Meal-Q respektive matdagboken användes Pearson respektive Spearman korrelationskoefficienter. Värdena log-transformerades för att bli mer normalfördelade inför Pearson korrelationsanalysen; detta för att kunna använda t-test av nollhypotesen "ingen korrelation".

#### 4.2.4.4 Reproducerbarhet

Förutom kunskap om huruvida testmetoden mäter det som avses att mäta, så behövs kunskap om huruvida testmetoden får samma resultat vid upprepade mätningar (förutsatt att deltagarna ätit som de brukar och sanningsenligt rapporterat vad de ätit). Den upprepade mätningen sker vanligtvis efter några månader till ett år. Hur lång tid som ska gå mellan upprepade mätningar är en avvägning, då det bör gå tillräckligt lång tid för att deltagaren inte ska minnas sin förra rapportering för detaljerat men tillräckligt kort tid för att deltagaren inte ska ändra sina matvanor alltför mycket (29). Skillnaderna mellan de två mätningarna med testmetoden kan analyseras på liknande sätt som vid *relativ validering*. Intraklass-korrelationskoefficienten (ICC) bygger både på graden av linjärt samband mellan mätningarna och hur stor skillnaden är inom varje par av mätningar/observationer (t.ex. två mätningar gjorda med samma person) (28, 29).

Ojusterade och energijusterade utsläpp av växthusgaser jämfördes mellan den första och andra Meal-Q. Fraktiljämförelser genomfördes för att utvärdera rankningen av ojusterade och energijusterade växthusgaser av första och andra Meal-Q. Även Bland-Altmananalys och spridningsdiagram användes för att utvärdera reproducerbarheten. Wilcoxon tecken rank test användes för att undersöka skillnader mellan metoderna. Variansanalys användes för att beräkna ICC (75).

### 4.3 DELSTUDIE 2

Delstudie 2 använder data från Riksmaten 2010-11, den senaste befolkningsbaserade nationella matvaneundersökningen bland vuxna i Sverige. Data samlades in mellan maj 2010 och juli 2011 av Statistiska centralbyrån (SCB) på uppdrag av Livsmedelsverket (76). Undersökningen innefattade en matdagbok och en enkät som båda var webbaserade. Deltagare som ville fick föra matdagbok via telefon och dessa fick en tryckt version av enkäten. En inbjudan med kort information om studien skickades ut till ett representativt urval (n = 5003) av kvinnor och män i åldern 18-80 år i hela Sverige. Några dagar efter att inbjudan skickats ut blev deltagarna uppringda och fick ytterligare instruktioner. Individer som tackade ja till att delta fick ytterligare skriftlig information, en portionsguide och en personlig inloggning till matdagboken och enkäten. Startdagen för registreringen i matdagboken slumpades för deltagarna så att alla veckans dagar skulle täckas in och fördelas jämnt. Innan deltagaren påbörjade sin registrering ringde en intervjuare upp igen och gick igenom all information. Studien godkändes av regionala etikprövningsnämnden i Uppsala. Ett urval av deltagarna inbjöds att lämna blod och urinprov och dessa deltagare lämnade skriftligt samtycke. Övriga deltagare lämnade inte skriftligt samtycke bokstavligen, utan registreringen av matvanor betraktas som skriftligt samtycke.

#### 4.3.1 Matdagbok, enkät och registerdata

Deltagarna instruerades att skriva upp allt de åt och drack under fyra på varandra följande dygn och de kunde välja mellan mer än 1900 livsmedel och maträtter. Matdagboken och tillhörande portionsguide, matmallen, skapades av Livsmedelsverket (76, 77). Matmallen har validerats och reviderats innan användning (77). Portionsstorlekar skattades med hjälp av matmallen, hushållsredskap, antal portionsenheter (koppar, bitar, skivor) eller gram. Alla livsmedel och maträtter var länkade till livsmedelsdatabasen. Delstudie 2 använder huvudsakligen data från matdagboken. Svarsfrekvensen för matdagboken var 36% (n = 1797). Deltagandet var högre bland kvinnor (41%) jämfört med män (31%).

Den separata enkäten innehöll frågor om olika bakgrundsvariabler, bland annat längd och vikt samt fysisk aktivitetsnivå på jobbet och på fritiden. Kön, ålder, inkomst, utbildning och födelseort hämtades från registret över totalbefolkningen (RTB).

Enskilda livsmedel och maträtter kopplades till koder för LCA-data. Först skattades klimatavtrycket för beräknade maträtter och därefter analyserade maträtter (se 2.6 Livsmedelsdatabasen). Växthusgasutsläpp för beräknade maträtter skattades på följande sätt: Varje ingrediens kopplades till en kod för LCA-data. Proportionen av varje ingrediens multipliceras med klimatavtrycket och därefter summerades växthusgasutsläppen för hela maträtten. Ett exempel: den beräknade maträtten ”Kikärtsbiffar falafel friterade” består av 74.5% torkade kikärter kokta med salt, 12.9% gul lök, 4.7% bladpersilja, 4.1% palmolja, 1.2 berikat vetemjöl, 1.9% vitlök och 0.7% joderat salt.



Växthusgasutsläpp för analyserade maträtter skattades på följande sätt: upp till tre enskilda livsmedel eller beräknade maträtter viktades. Ett exempel: för att beräkna växthusgasutsläppen för den analyserade maträtten ”Pitabröd m falafel sallad sesam pepperoni” användes följande viktning: 40% av den beräknade maträtten ”Kikärtsbiffar falafel friterade” och två enskilda livsmedel; 30% bröd och 30% isbergssallad.

Därefter skattades totala växthusgasutsläpp per deltagare på samma sätt som i delstudie 1.

#### **4.3.2 Näringsämnen och följsamhet till näringsrekommendationer**

Livsmedelsdatabasen innehåller information om alla näringsämnen med rekommendationer i NNR 2012, med undantag för jod och tillsatt socker. För att kunna jämföra intaget av tillsatt socker med NNR för deltagarna i matvaneundersökningen beräknades intaget för hand av personal på Livsmedelsverket (76). Varje livsmedel som innehöll sackaros och monosackarider granskades och mängden naturligt respektive tillsatt socker skattades. För att beräkna tillsatt socker (gram per dag) subtraherades mängden sackaros och monosackarider från naturliga källor från de totala mängderna sackaros och monosackarider i maten.

Följsamhet till NNR jämfördes för totalt 27 näringsämnen. För makronäringsämnen analyserades följsamheten genom att jämföra intagen med rekommenderade intagsintervall och tröskelvärden. För mikronäringsämnen jämfördes intagen i första hand med genomsnittsbehov. De mikronäringsämnen som saknar värde för genomsnittsbehov jämfördes med lägsta intag (kalium) respektive rekommenderat intag (magnesium och natrium/salt). Vid analyserna av följsamhet togs hänsyn till deltagarnas ålder och kön. Exempelvis är rekommenderade intagsintervall för protein högre för kvinnor och män över 65 år och genomsnittsbehov för järn är högre för kvinnor i fertil ålder än för kvinnor efter menopaus. Kvinnor mellan 18 och 50 år klassificerades till att vara i fertil ålder medan kvinnor som var 51 år och äldre klassificerades till att vara efter menopaus. Den totala följsamheten till NNR beräknades genom att summera antal näringsrekommendationer som varje deltagare uppfyllt, dvs. mellan 1 till 27.

Extra analyser genomfördes där alla mikronäringsämnen jämfördes med rekommenderat intag och med hänsyn till deltagarnas ålder och kön. Ett exempel på ett näringsämne där genomsnittsbehovet och rekommenderat intag skiljer sig är folat. Genomsnittsbehovet är samma för alla kvinnor oavsett ålder medan rekommenderat intag för folat är högre för kvinnor i fertil ålder än för kvinnor efter menopaus.

### 4.3.3 Statistiska analyser

Statistiska analyser utfördes i programmet Stata version 14.0. Signifikansnivån sattes till 5%. Beräkningsmodellen Goldberg cut-off användes för att identifiera felrapportörer av energi (71, 72). För att energijustera växthusgasutsläppen användes residualmetoden (73, 74). För att studera skillnader mellan deltagare med varierande utsläpp av växthusgaser från maten delades deltagarna in i kvartiler baserade på energijusterade växthusgasutsläpp. Medianer och kvartilavstånd för de dagliga absoluta näringsintagen beräknades för varje kvartil (utsläppsgrupp) och eventuella skillnader undersöktes med Kruskal-Wallis test. För att testa skillnader i proportioner av utsläppsgrupper som uppfyllde näringsrekommendationer användes  $\chi^2$  test.

## 5 RESULTAT

### 5.1 DELSTUDIE 1

Nästan 80% av de 166 deltagarna var kvinnor. Genomsnittsåldern var strax under 33 år och utbildningsnivån var hög, 80% hade mer än 12 års utbildning. En tredjedel arbetade heltid och 58% var studenter. Nästan var tredje deltagare arbetade inom nutritionsområdet eller studerade nutrition. Tabell 8 visar skattning av växthusgasutsläpp enligt matdagboken och Meal-Q. Både ojusterade och energijusterade växthusgasutsläpp var högre enligt matdagboken jämfört med Meal-Q.

Tabell 8. Växthusgasutsläpp för deltagarna i valideringsanalyserna (n=166)

	Ojusterade kg CO <sub>2</sub> e /person /dag		Energijusterade kg CO <sub>2</sub> e /person /dag	
	Medelvärde	Median	Medelvärde	Median
Matdagbok	5.04	4.47	5.04	4.81
Meal-Q	3.76	3.51	3.76	3.55

#### 5.1.1 Validitet

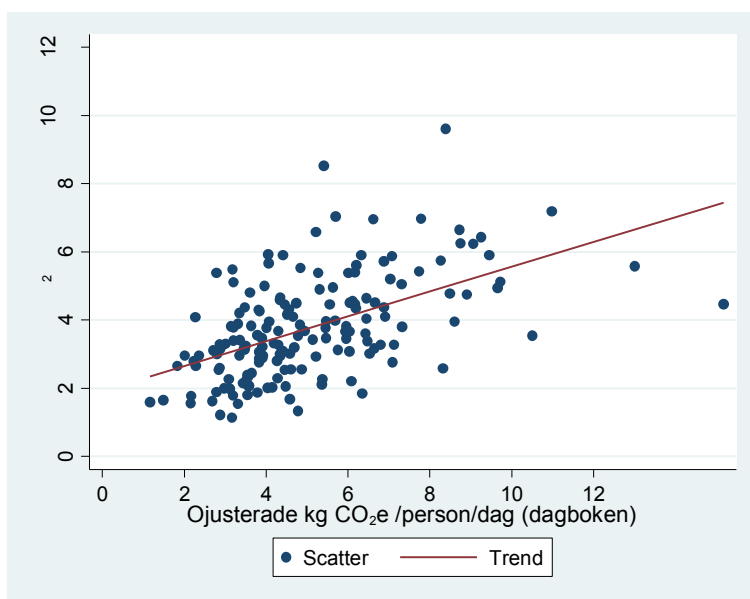
Tabell 9 visar fraktiljämförelse mellan matdagboken och Meal-Q för kvartiler av ojusterade respektive energijusterade växthusgasutsläpp. 82 och 91% av deltagarna hamnar i samma eller intilliggande kvartil, och endast 4 och 0.6% hamnar i rakt motsatt grupp, utifrån ojusterade respektive energijusterade växthusgasutsläpp.

Tabell 9. Kvartiljämförelse mellan dagboken och Meal-Q för utsläpp av växthusgaser

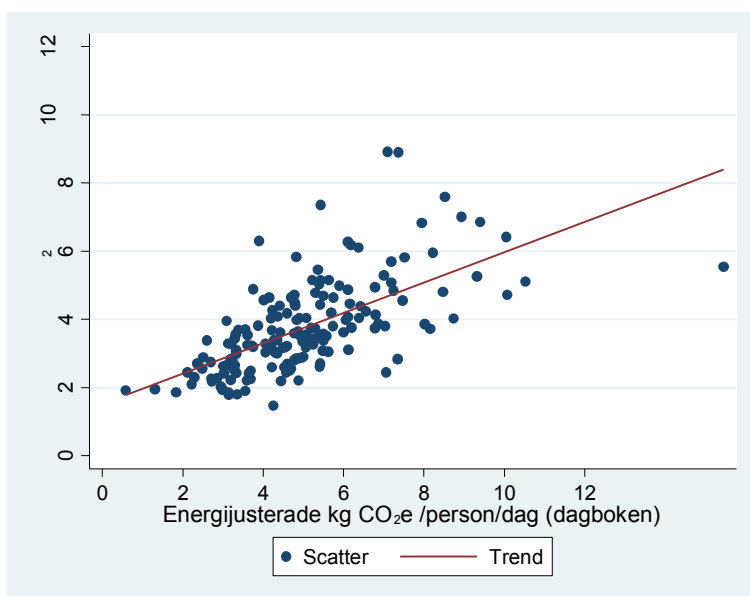
Växthusgasutsläpp	Samma grupp (%)	Intilliggande grupp (%)	Rakt motsatt grupp (%)
Ojusterade	43	39	4
Energijusterade	48	43	0.6

Korrelationskoefficienter för ojusterade växthusgasutsläpp var 0.56 (0.46-0.66 för 95% konfidensintervall) för Pearson och 0.56 (0.44-0.67 för 95% konfidensintervall) för Spearman. Efter energijustering och deattenuering blev korrelationskoefficienterna högre både för Pearson och Spearman korrelationskoefficienter, 0.68 (0.59-0.76 för 95% konfidensintervall) respektive 0.70 (0.61-0.77 för 95% konfidensintervall).

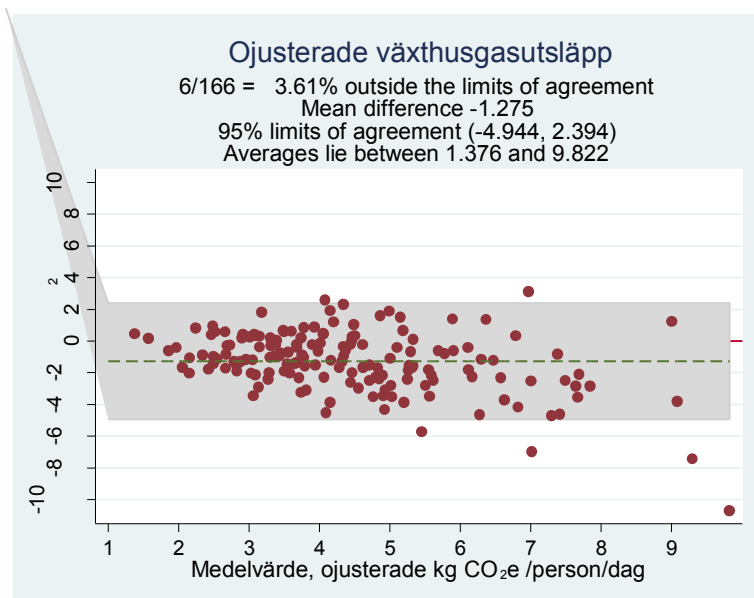
Figur 3 och 4 visar spridningsdiagram för ojusterade respektive energijusterade utsläpp av växthusgaser enligt Meal-Q och dagboken. Spridningsdiagrammen visar att skattade växthusgasutsläpp är något lägre med Meal-Q jämfört med matdagboken. Figur 5 och 6 visar Bland-Altmandiagram över ojusterade respektive energijusterade utsläpp av växthusgaser enligt Meal-Q och dagboken. Bland-Altmandiagrammen liknar varandra och visar att Meal-Q underskattar (ojusterade och energijusterade) utsläpp av växthusgaser med i genomsnitt 1.28 kg CO<sub>2</sub>e och att växthusgasutsläppen underskattas mindre vid låga utsläpp och mer vid höga utsläpp.



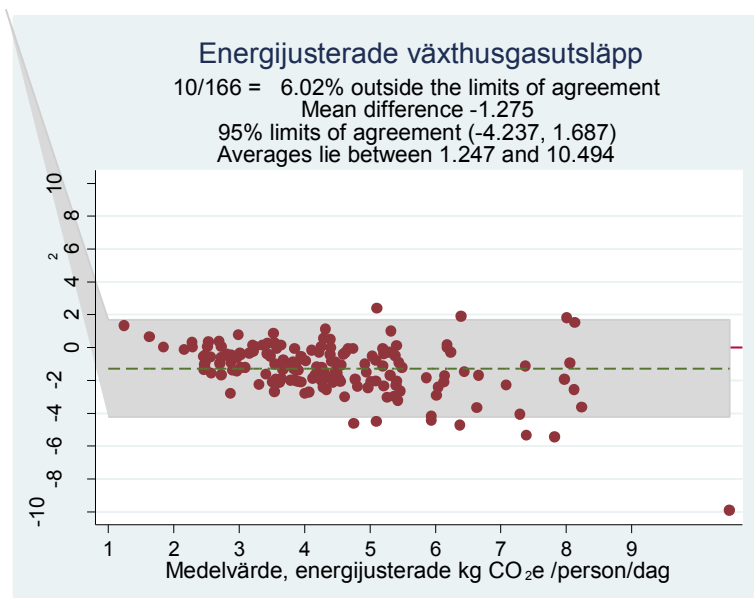
Figur 3. Spridningsdiagram med ojusterade växthusgasutsläpp



Figur 4. Spridningsdiagram med energijusterade växthusgasutsläpp



Figur 5. Bland-Altmandiagram med ojusterade växthusgasutsläpp



Figur 6. Bland-Altmandiagram med energijusterade växthusgasutsläpp

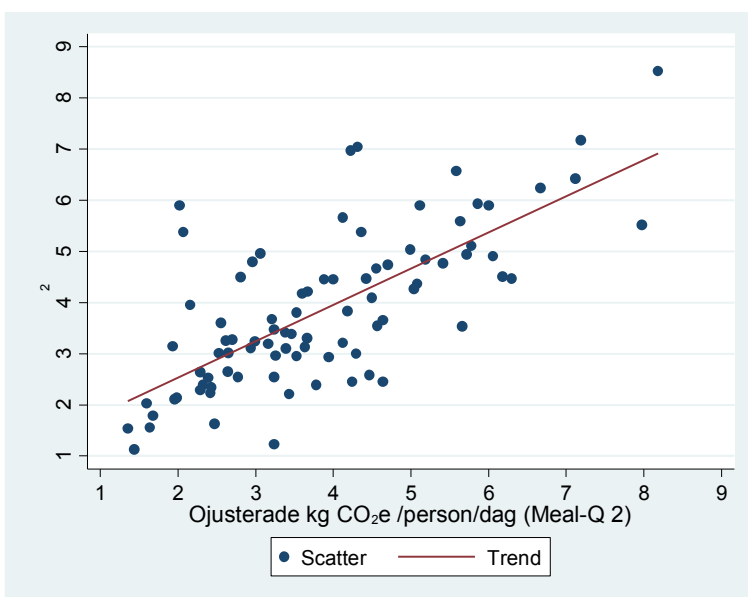
### 5.1.2 Reproducerbarhet

Det var ingen skillnad mellan första och andra skattningen av växthusgasutsläpp med Meal-Q, för de 87 deltagarna som inkluderades i analyser av reproducerbarhet. Tabell 10 visar fraktiljämförelse mellan deltagarnas första och andra skattning med Meal-Q för kvartiler av ojusterade och energijusterade växthusgasutsläpp. 88.5 och 94.2% av deltagarna hamnar i samma eller intilliggande kvartil, och endast 2.3 och 1.1% hamnar i rakt motsatt grupp, utifrån ojusterade respektive energijusterade växthusgasutsläpp. Intraklass-korrelationskoefficienten (ICC) var 0.72 (0.60-0.81 för 95% konfidensintervall) för ojusterade värden och 0.81 (0.75-0.87 för 95% konfidensintervall) för energijusterade värden.

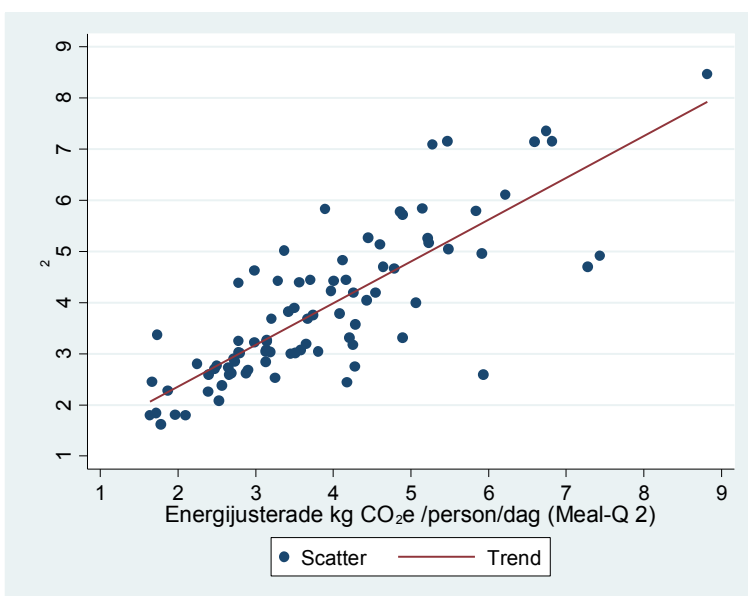
Tabell 10. Kvartiljämförelse mellan de två skattningarna av växthusgasutsläpp med Meal-Q

Växthusgasutsläpp	Samma grupp (%)	Intilliggande grupp (%)	Rakt motsatt grupp (%)
Ojusterade	56.3	32.2	2.3
Energijusterade	63.2	31.0	1.1

Figur 7 och 8 visar spridningsdiagram för ojusterade respektive energijusterade utsläpp av växthusgaser enligt första och andra skattningen med Meal-Q. Spridningsdiagram visualiserar skillnaden mellan de två skattningarna och dessa spridningsdiagram visar att utsläpp av växthusgaser var något högre i den andra skattningen jämfört med den första skattningen med Meal-Q.

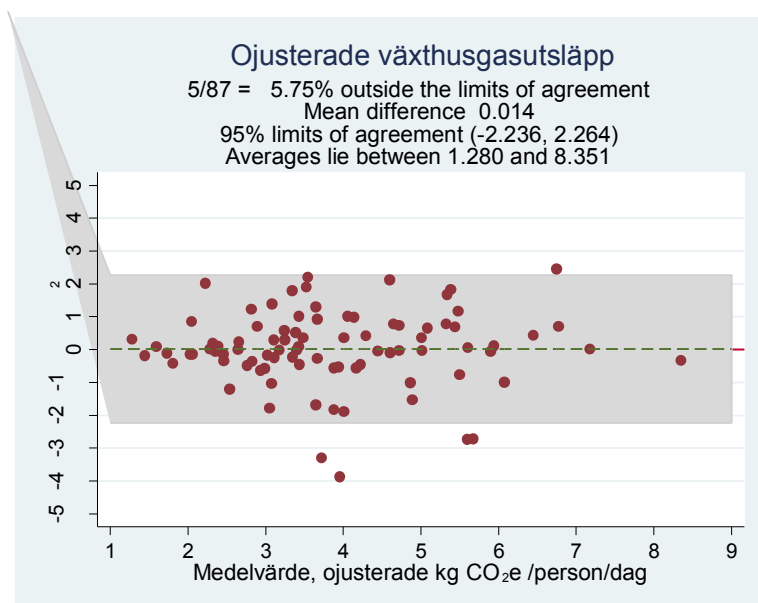


Figur 7. Spridningsdiagram med ojusterade växthusgasutsläpp

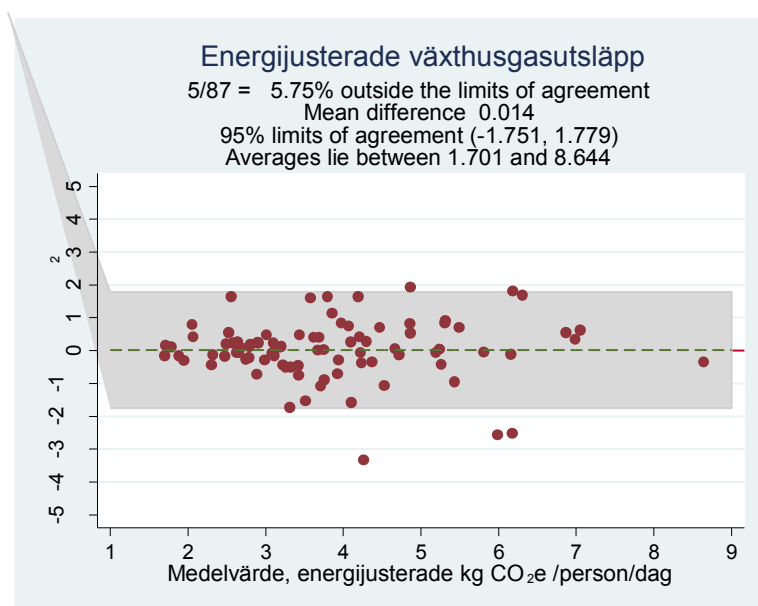


Figur 8. Spridningsdiagram med energijusterade växthusgasutsläpp

Figur 9 och 10 visar Bland-Altmandiagram över ojusterade respektive energijusterade utsläpp av växthusgaser enligt första och andra skattningen med Meal-Q. Bland-Altmandiagrammen liknar varandra och visar att skillnaden mellan första och andra Meal-Q är nära noll och att det inte var någon skillnad mellan låga och höga växthusgasutsläpp.



Figur 9. Bland-Altmandiagram med ojusterade växthusgasutsläpp



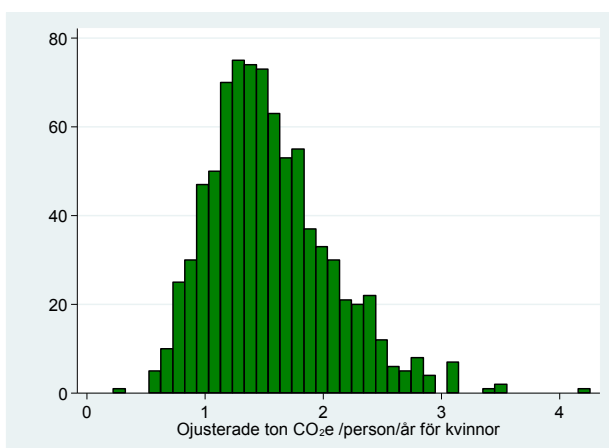
Figur 10. Bland-Altmandiagram med energijusterade växthusgasutsläpp

## 5.2 DELSTUDIE 2

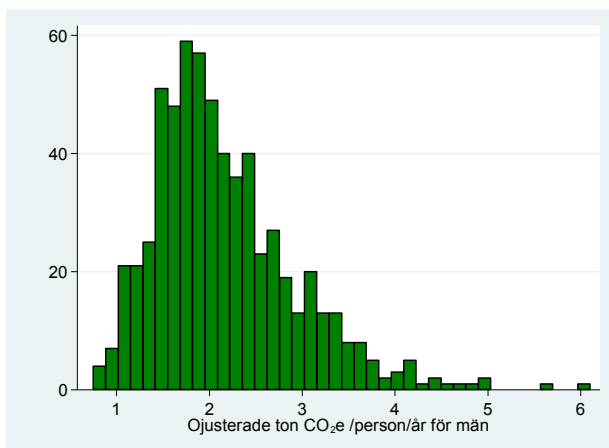
Ungefär 57 % av de 1736 deltagarna deltagarna var kvinnor och medianåldern var 48 år för kvinnor och 50 år för män. Nästan 51% av kvinnorna och drygt 43% av männen hade mer än 12 års utbildning. Kvinnorna hade lägre BMI än männen, medianen var 23.7 för kvinnor och 25.0 för män och det dagliga ojusterade energiintaget var 23% lägre bland kvinnor jämfört med män.

### 5.2.1 Utsläpp av växthusgaser per person

Växthusgasutsläppen presenteras som ton CO<sub>2</sub>e per år i delstudie 2 (till skillnad från kg CO<sub>2</sub>e per dag som i delstudie 1). Det ojusterade medianutsläppet av växthusgaser från maten var 1.5 ton CO<sub>2</sub>e per person och år för kvinnor och varierade mellan 0.2-4.3 ton CO<sub>2</sub>e per person och år. För män var det ojusterade medianutsläppet 2.0 ton CO<sub>2</sub>e per person och år och varierade mellan 0.7-6.1 ton CO<sub>2</sub>e per person och år. Figur 11 och 12 visar histogram över ojusterade växthusgasutsläpp från maten för kvinnor respektive män. De ojusterade utsläppen av växthusgaser från maten var 26% lägre för kvinnor jämfört med män.



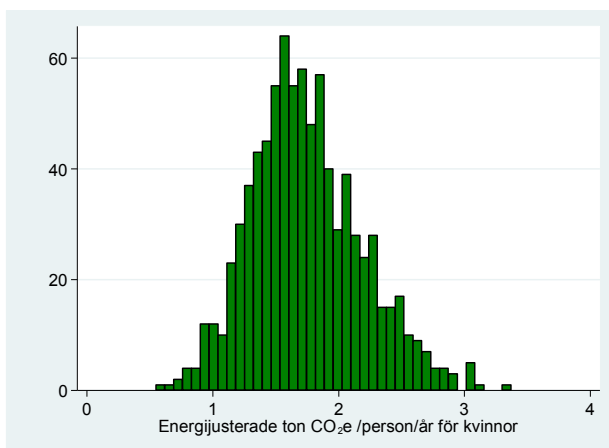
Figur 11. Fördelning av ojusterade växthusgasutsläpp (ton CO<sub>2</sub>e/år) från maten för kvinnor



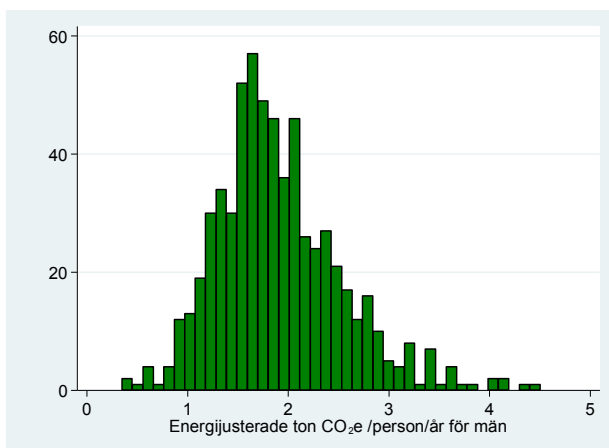
Figur 12. Fördelning av ojusterade växthusgasutsläpp (ton CO<sub>2</sub>e/år) från maten för män



När växthusgasutsläppen justerades för energiintaget minskade skillnaden mellan kvinnor och män och var endast 6% lägre för kvinnor jämfört med män. De energijusterade medianutsläppet av växthusgaser från maten var 1.7 ton CO<sub>2</sub>e per person och år för kvinnor och utsläppen varierade mellan 0.5-3.4 ton CO<sub>2</sub>e per person och år. För män var det årliga energijusterade medianutsläppet 1.8 ton CO<sub>2</sub>e per person och år och utsläppen varierade mellan 0.3-4.5 ton CO<sub>2</sub>e per person och år. Figur 13 och 14 visar histogram över energijusterade växthusgasutsläpp från maten för kvinnor respektive män. Deltagarna delades in i kvartiler utifrån energijusterade växthusgasutsläpp och tabell 11 visar gränserna för växthusgasutsläpp samt medianer i varje kvartil.



Figur 13. Fördelning av energijusterade växthusgasutsläpp (ton CO<sub>2</sub>e/år) för kvinnor



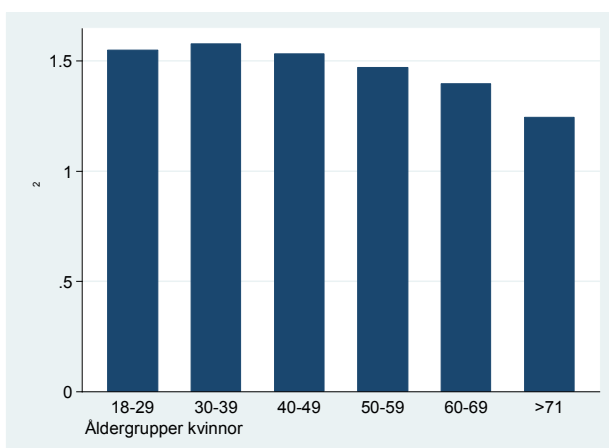
Figur 14. Fördelning av energijusterade växthusgasutsläpp (ton CO<sub>2</sub>e/år) för män

Tabell 11. Gränser och medianer för kvartiler av växthusgasutsläpp

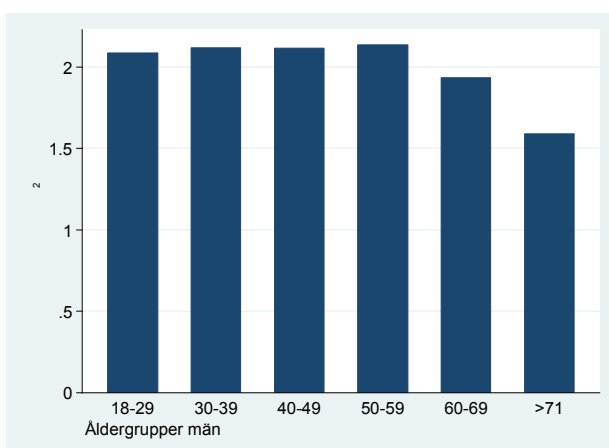
	Energijusterade ton CO <sub>2</sub> e / person / år			
	Kvartil 1	Kvartil 2	Kvartil 3	Kvartil 4
Kvinnor	0.55-1.45 median 1.27	1.45-1.71 median 1.58	1.71-2.03 median 1.84	2.03-3.37 median 2.26
Män	0.35-1.51 median 1.25	1.51-1.81 median 1.66	1.81-2.24 median 2.02	2.25-5.45 median 2.62

### 5.2.1.1 Jämförelser mellan olika åldrar

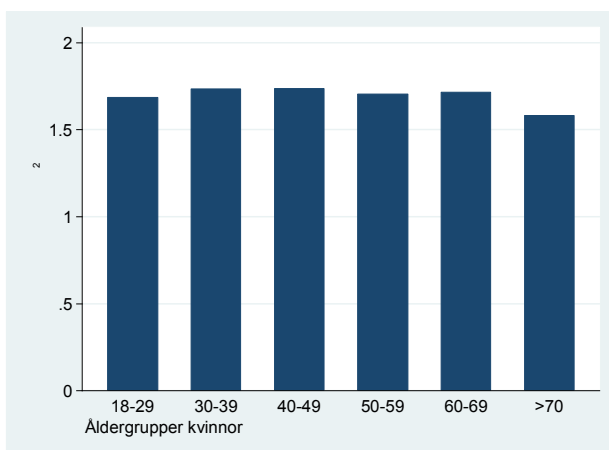
Det var ingen skillnad mellan kvartilerna avseende ålder för kvinnor, medan männen i kvartil 1 var äldre än männen i kvartil 4 (medianåldern var 57 år i kvartil 1 och 46 år i kvartil 4 för män). Figur 15 och 16 visar ojusterade växthusgasutsläpp från maten för kvinnor respektive män för olika åldersgrupper och figur 17 respektive 18 visar motsvarande energijusterade växthusgasutsläpp. Kvinnor som var 18-49 år respektive män som var 18-59 år hade högst ojusterade utsläpp av växthusgaser från maten, därefter minskande utsläppen med ökande ålder. Skillnaderna mellan olika åldrar är mindre för energijusterade växthusgasutsläpp jämfört med ojusterade utsläpp. De äldsta deltagarna har lägst energijusterade växthusgasutsläpp.



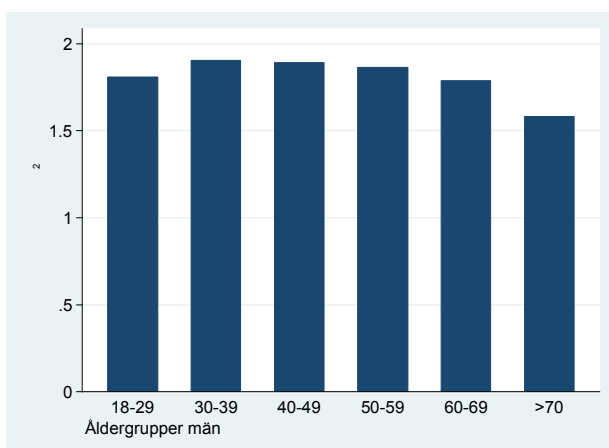
Figur 15. Ojusterade växthusgasutsläpp från maten (median ton CO<sub>2</sub>e/år) för kvinnor i olika åldersgrupper



Figur 16. Ojusterade växthusgasutsläpp från maten (median ton CO<sub>2</sub>e/år) för män i olika åldersgrupper



Figur 17. Energijusterade växthusgasutsläpp från maten (median ton CO<sub>2</sub>e/år) för kvinnor i olika åldersgrupper



Figur 18. Energijusterade växthusgasutsläpp från maten (median ton CO<sub>2</sub>e/år) för män i olika åldersgrupper

### 5.2.1.2 Utsläpp av växthusgaser för deltagare med olika typ av matvanor

Den separata enkäten i Riksmaten 2010-11 innehöll frågan ”Vilken typ av mat äter du?” med följande svarsalternativ: 1) Alla sorters mat, 2) Allt utom kött, 3) Lakto-ovo-vegetariskt, dvs. inte kött, fågel och fisk, 4) Laktovegetariskt, men ibland fisk och ägg, 5) Bara laktovegetariskt, dvs. inte kött, fågel, fisk eller ägg, 6) Vegankost, dvs. äter inte kött, fågel, fisk, ägg eller mjölkprodukter samt 7) Annan kost. Tabell 12 visar ojusterade medianutsläpp av växthusgaser för olika typer av matvanor för deltagarna i Riksmaten. Deltagarna som inte åt kött är summerade (dvs. de som svarat Allt utom kött, Lakto-ovo-vegetariskt, Laktovegetariskt, men ibland fisk och ägg eller Bara laktovegetariskt). Ingen deltagare åt vegankost. Högst utsläpp av växthusgaser från maten var för deltagare som åt ”annan kost” och näst högst utsläpp var för den stora majoriteten som åt ”alla sorters mat”. Lägst utsläpp hade de 32 kvinnor respektive 15 män som inte åt kött; 1.0 respektive 1.5 ton CO<sub>2</sub>e per person och år.

Tabell 12. Ojusterade växthusgasutsläpp för olika typer av matvanor

Typ av matvanor	Växthusgasutsläpp per person och år för kvinnor, ton CO <sub>2</sub> e	Växthusgasutsläpp per person och år för män, ton CO <sub>2</sub> e
Alla sorters mat	1.5 (n=766)	2.0 (n=556)
Allt utom kött/ Lakto-ovo-vegetariskt/ Laktovegetariskt, men ibland fisk och ägg/ Bara laktovegetariskt	1.0 (n=32)	1.5 (n=15)
Annan kost	1.8 (n=12)	2.1 (n=8)

### 5.2.2 Intag av näringsämnen

Tabell 2a och 2b i delstudie 2 (Table 2a, s. 5 och Table 2b, s. 6) visar medianvärden för absoluta (ojusterade) intag av näringsämnen för varje kvartil av växthusgasutsläpp för kvinnor respektive män. Det var överlag små skillnader mellan den lägsta och högsta utsläppsgruppen. De största skillnaderna var för intaget av protein och kolhydrater. Den högsta utsläppsgruppen fick större mängd energi från protein jämfört med lägsta utsläppsgruppen, medan den lägsta utsläppsgruppen fick större mängd energi från kolhydrater och tillsatt socker jämfört med högsta utsläppsgruppen. Den lägsta utsläppsgruppen hade även högre intag av fibrer och fullkorn jämfört med högsta utsläppsgruppen.

### 5.2.3 Följsamhet till näringsrekommendationer

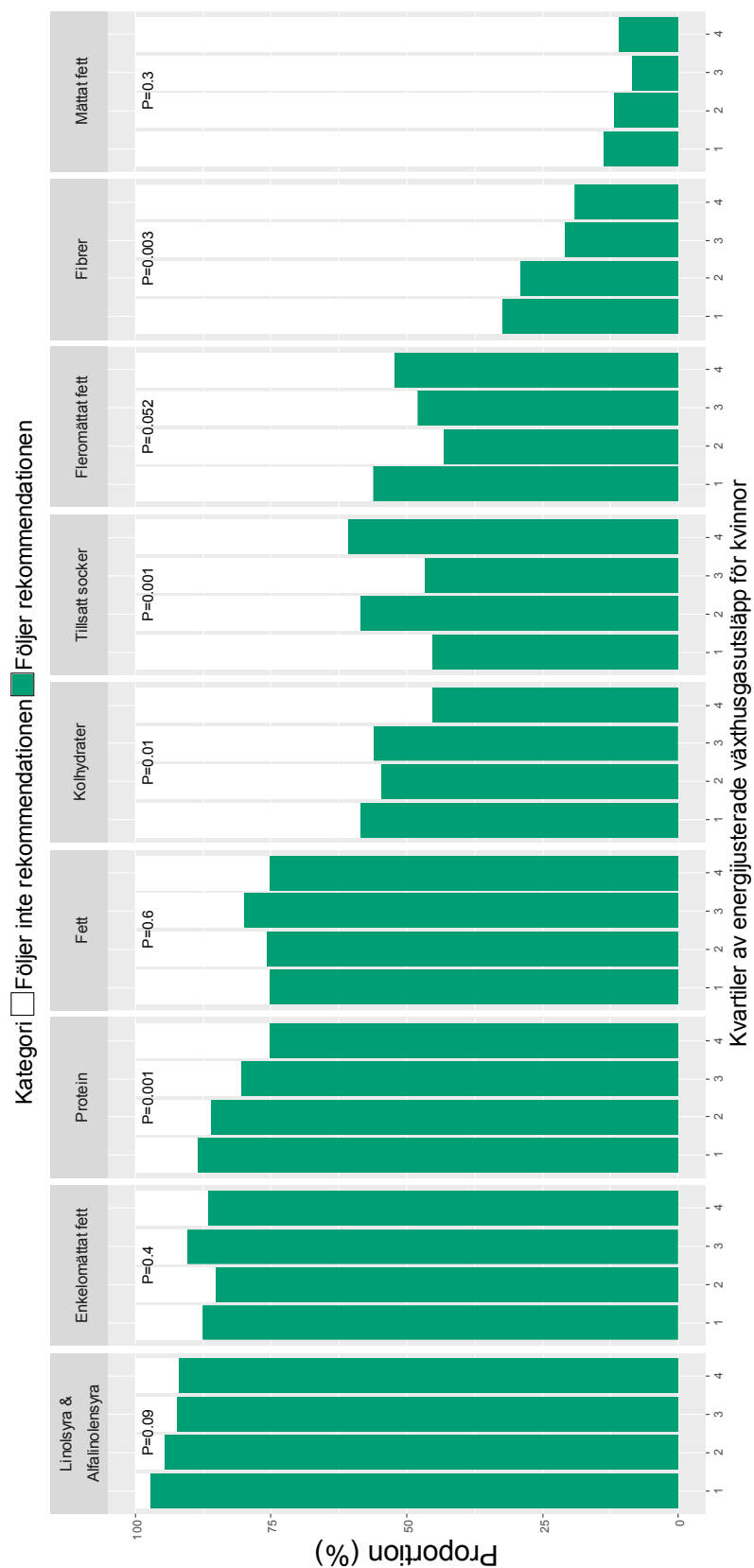
#### 5.2.3.1 Jämförelse av följsamhet till rekommendationer för olika näringsämnen

Trots att det generellt var små skillnader mellan utsläppskvartilerna med avseende på näringsintag undersöktes huruvida proportionen som följer näringsrekommendationerna skiljde sig åt mellan utsläppskvartilerna. Figur 19 och 20 visar proportionerna av kvinnor respektive män som följer rekommendationerna för makronäringsämnen, fibrer och tillsatt socker, för kvartiler av växthusgasutsläpp. Proportionerna som följer genomsnittsbehovet för mikronäringsämnen visas i Figur 21 och 22, för kvartiler av växthusgasutsläpp. Kalium jämfördes med lägsta intag och magnesium och natrium/salt jämfördes med rekommenderat intag, eftersom dessa mikronäringsämnen saknar värde för genomsnittsbehov. En övergripande jämförelse av proportioner av utsläppskvartiler som följer rekommendationerna visar att det var större skillnader mellan olika näringsämnen än inom ett näringsämne. För hälften av makronäringsämnena och två tredjedelar av mikronäringsämnena var skillnaden mellan kvartilerna inte signifikant.

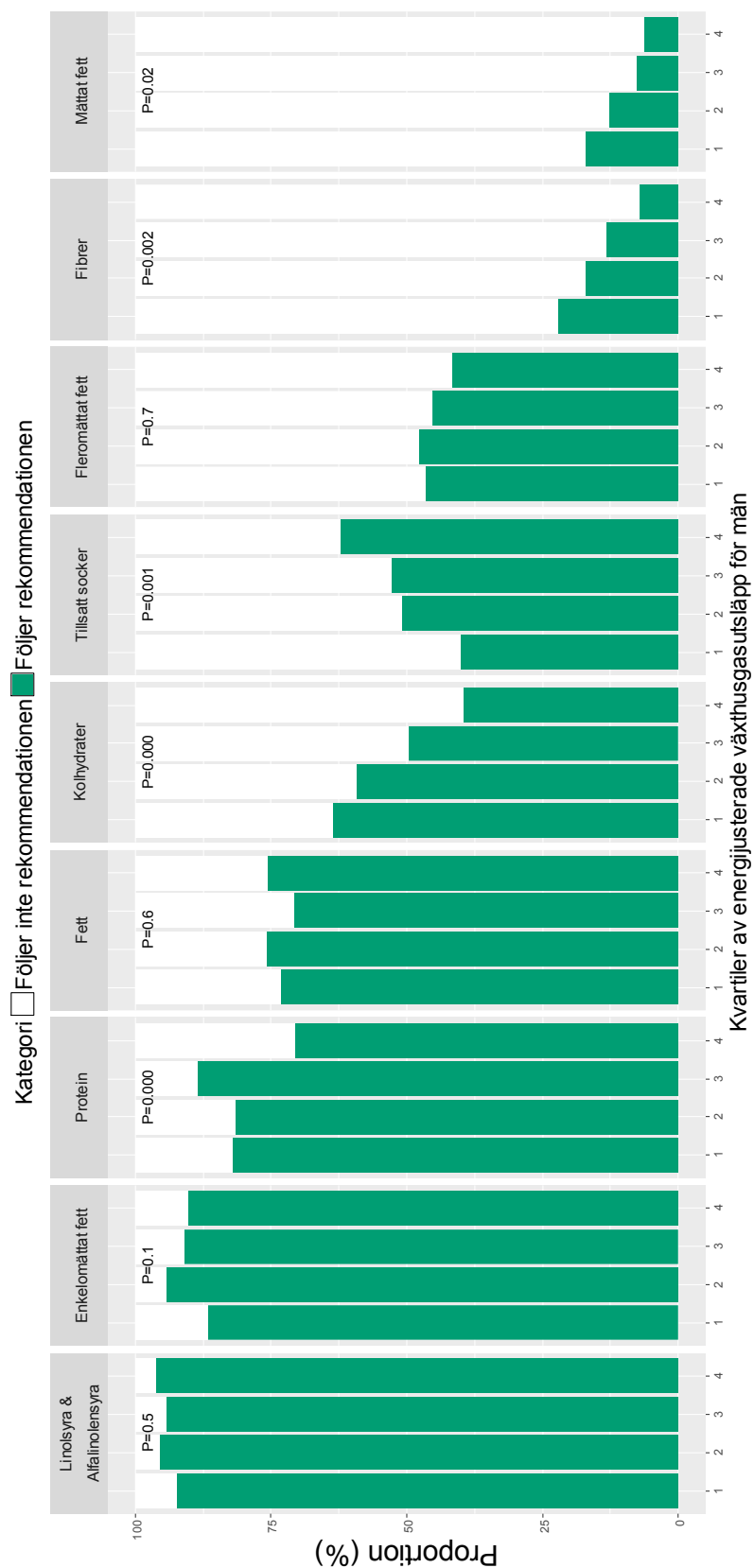
Figureerna över makronäringsämnen (figur 19 och 20) visar att det var störst skillnader för protein, kolhydrater, tillsatt socker och fibrer mellan utsläppsgrupperna. För protein var det 12% i kvartil 1 (den lägsta utsläppsgruppen) och 27% i kvartil 4 (den högsta utsläppsgruppen) som inte följde rekommendationerna bland kvinnorna. Bland männen var det 18% i kvartil 1 och 31% i kvartil 4 som inte följde proteinrekommendationen. Mer än hälften av deltagarna som inte följde proteinrekommendationen i kvartil 1 åt för lite protein, både kvinnor och män, medan kvinnor och män i kvartil 4 som inte följde proteinrekommendationen åt för mycket protein. Deltagarna i kvartil 1 åt mer i linje med rekommendationerna för kolhydrater och fibrer, men inte tillsatt socker, jämfört med kvartil 4. Gällande fibrer var det 32% av kvinnorna och 22% av männen i kvartil 1 som nådde upp till rekommendationerna, jämfört med endast 18% och 7% av kvinnorna respektive männen i kvartil 4. Situationen var omvänd för rekommendationen om maximalt intag av tillsatt socker. Endast 45% av kvinnorna och 39% av männen i kvartil 1 nådde ner till tillsatt sockerrekommandationen, jämfört med 61% och 62% av kvinnorna respektive männen i kvartil 4.

Figureerna över mikronäringsämnen (figur 21 och 22) visar att intaget av vitamin D är långt under genomsnittsbehovet för både kvinnor och män, samt att järnintaget är långt under genomsnittsbehovet för kvinnor. Det var ingen skillnad mellan utsläpkskvartilerna med avseende på proportioner som uppnår rekommendationen för järn för varken kvinnor eller män. För vitamin D var det fler i kvartil 1 som nådde upp till rekommendationerna jämfört med kvartil 4 och 41% av kvinnorna och 57% av männen i kvartil 1 nådde upp till rekommendationen för vitamin D, jämfört med 26% respektive 35% för kvinnor och män i kvartil 4.

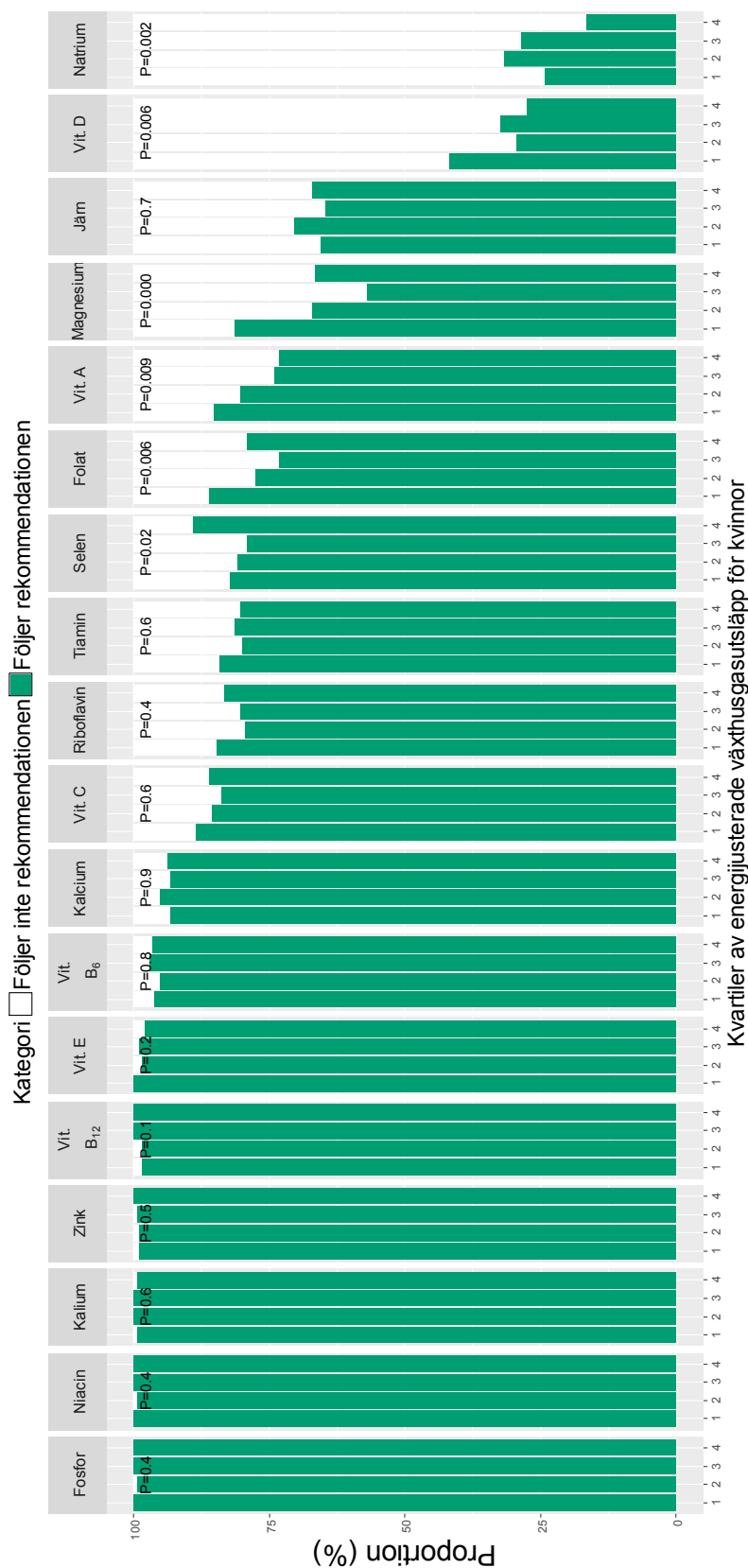
Kompletterande jämförelser gjordes även med proportionerna som följer rekommenderat intag för mikronäringsämnen, för att se om resultatet skilde sig, se figur 23 och 24. Vid jämförelser med rekommenderat intag är det betydligt större andel som inte uppnår rekommendationerna för många näringsämnen jämfört med genomsnittsbehovet, men överlag var skillnaderna mellan kvartilerna samma.



Figur 19. Proportioner av kvinnor som följer rekommendationerna för makronäringsämnen, fibrer och tillsatt socker, för kvartiler av växthusgasutsläpp från mat. Kvartil 1 är lägsta och kvartil 4 högsta utsläppsgruppen. P-värden är från  $\chi^2$  test.

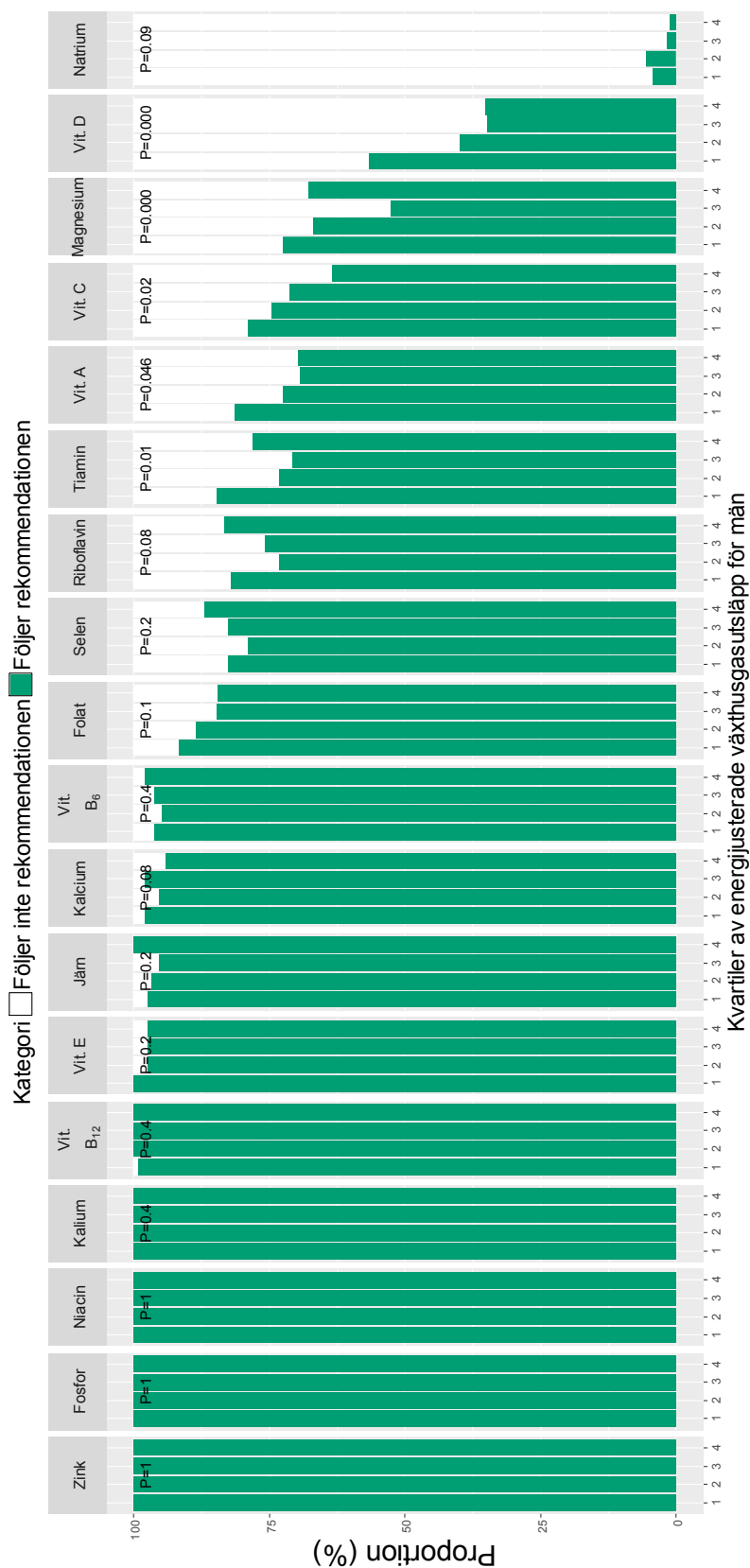


Figur 20. Proportioner av män som följer rekommendationerna för makronäringsämnen, fibrer och tillsatt socker, för kvartiler av växthusgasutsläpp från mat. Kvartil 1 är lägsta och kvartil 4 högsta utsläppsgruppen. P-värden är från  $\chi^2$  test.

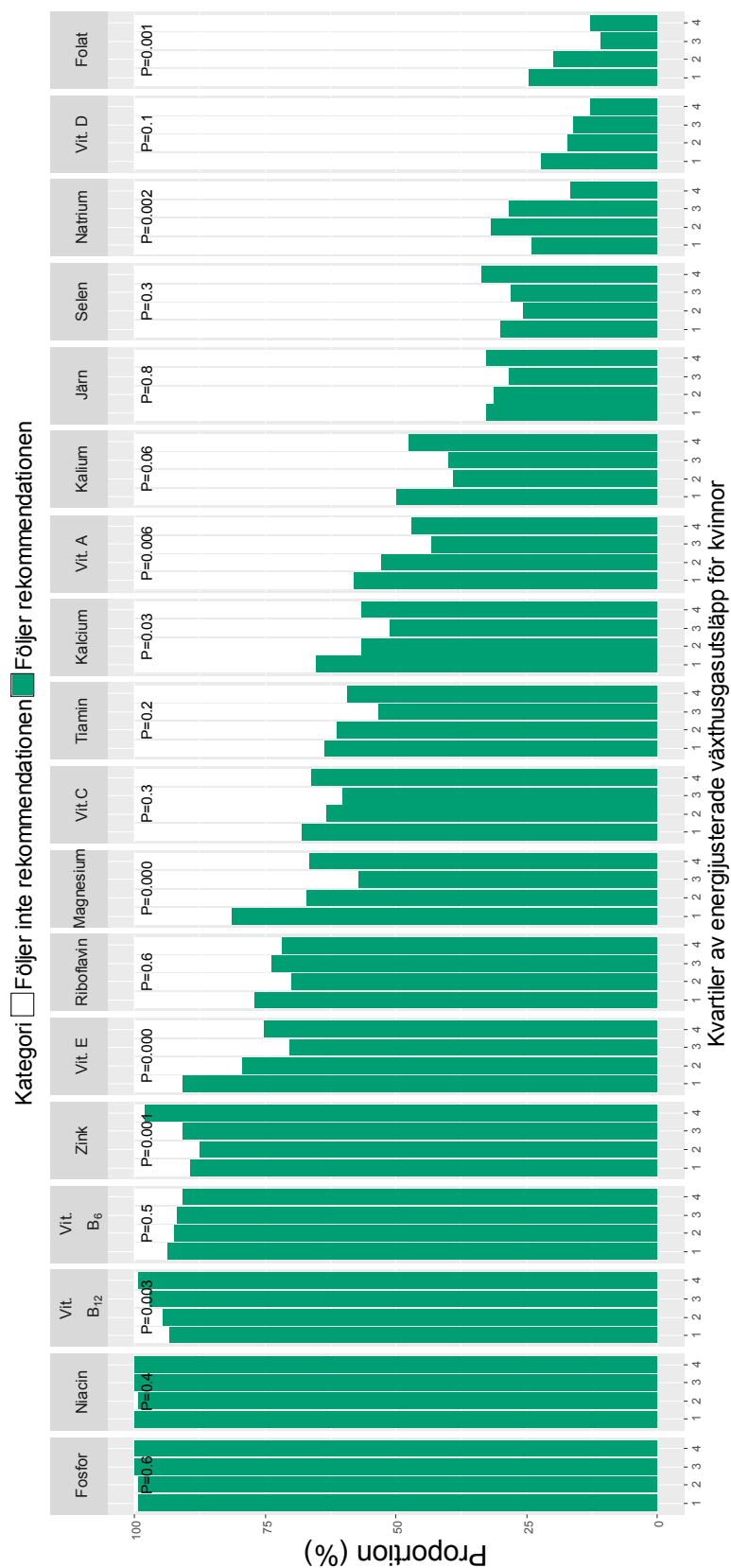


Figur 21. Proportioner av kvinnor som följer genomsnittsbehovet för mikronäringsämnen, för kvartiler av växthusgasutsläpp från mat. Kalium jämfördes med lägsta intag och magnesium och natrium/salt jämfördes med rekommenderat intag, eftersom dessa mikronäringsämnen saknar värde för genomsnittsbehov. Kvartil 1 är lägsta och kvartil 4 högsta utsläppsgruppen. P-värden är från  $\chi^2$  test. Vit., vitamin.

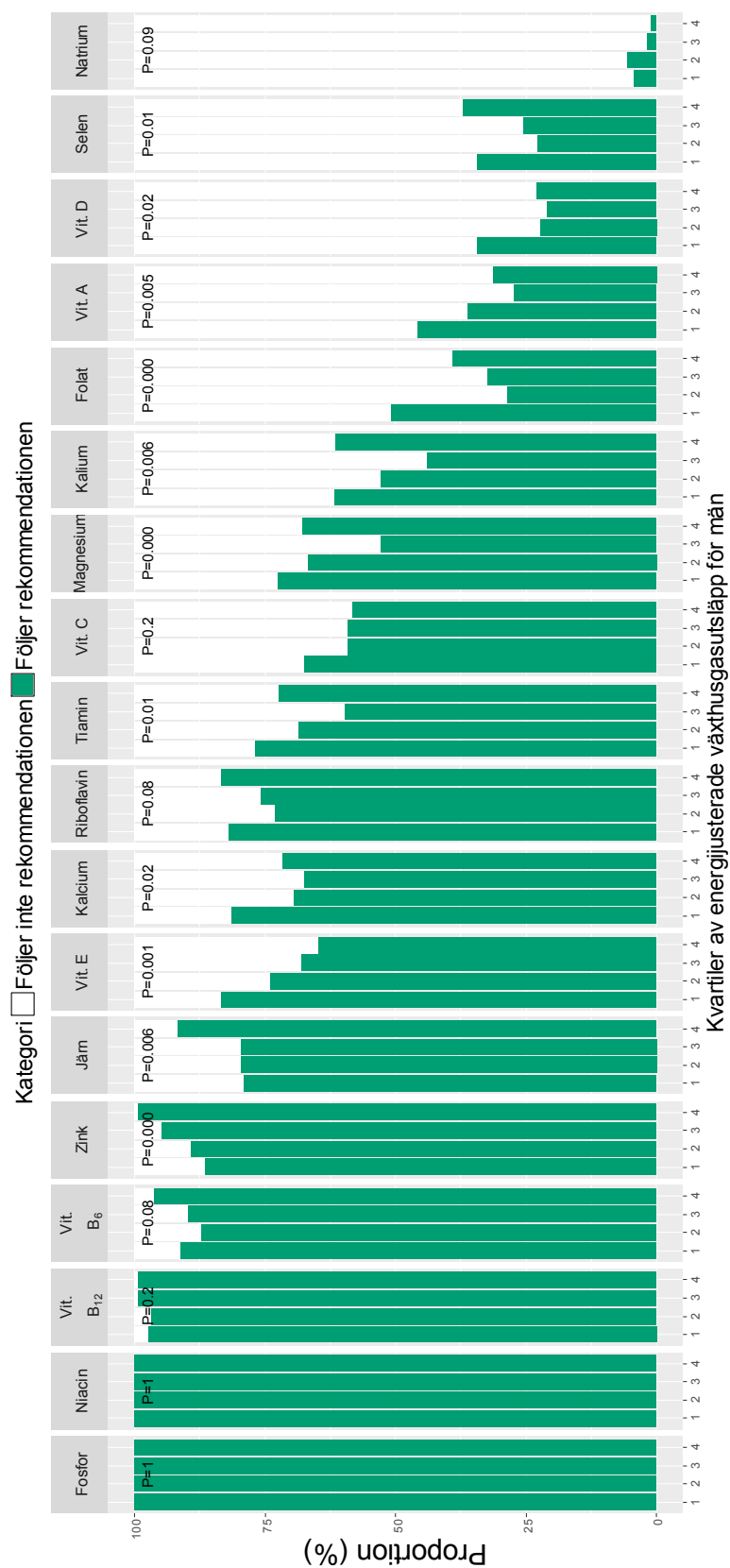




Figur 22. Proportioner av män som följer genomsnittsbehovet för mikronäringsämnen, för kvartiler av växthusgasutsläpp från mat. Kalium jämfördes med lägsta intag och magnesium och natrium/salt jämfördes med rekommenderat intag, eftersom dessa mikronäringsämnen saknar värde för genomsnittsbehov. Kvartil 1 är lägsta och kvartil 4 högsta utsläppsgruppen. P-värden är från  $\chi^2$  test. Vit., vitamin.



Figur 23. Proportionerna av kvinnor som följer rekommenderat intag för mikronäringsämnen, för kvartiler av växthusgasutsläpp från mat. Kvartil 1 är lägsta och kvartil 4 högsta utsläppsgruppen. P-värden är från  $\chi^2$  test. Vit., vitamin.



Figur 24. Proportionerna av män som följer rekommenderat intag för mikronäringsämnen, för kvartiler av växthusgasutsläpp från mat. Kvartil 1 är lägsta och kvartil 4 högsta utsläppsgruppen. P-värden är från  $\chi^2$  test. Vit., vitamin.

### 5.2.3.2 Övergripande följsamhet till näringsrekommendationer

Jämförelsen av följsamhet till rekommendationer för olika näringsämnen visade att skillnaderna mellan utsläppskvartilerna överlag var små. För att få en övergripande bild av skillnaderna i följsamhet till rekommendationerna summerades antalet uppfyllda rekommendationer för varje utsläppskvartil. Tabell 13 visar proportioner av kvinnor och män i respektive utsläppskvartil som följer olika antal näringsrekommendationer. Jämförelsen visar att deltagare i kvartil 1 uppnår fler rekommendationer än deltagare i kvartil 4. Endast ett fåtal deltagare följde 25-26 näringsrekommendationer, men av kvinnorna och männen i den lägsta utsläppskvartilen var det 27% respektive 17% som följde 23-26 näringsrekommendationerna. I den högsta utsläppskvartilen följde endast 12% av kvinnorna och 10% av männen 23-16 rekommendationer.

Tabell 13. Proportioner av kvinnor och män inom varje kvartil av energijusterade växthusgasutsläpp som följer olika antal näringsrekommendationer. Kvartil 1 är lägsta och kvartil 4 högsta utsläppsgruppen

Total antal följda rekommendationer	Kvartiler av energijusterade växthusgasutsläpp från mat							
	1	2	3	4	1	2	3	4
	Kvinnor (%)				Män (%)			
6-12	0.5	1	0	1	0	0.5	1	0
13-16	6	10	14	13	8	13	16	15
17-18	13	16	20	14	11	12	18	17
19-20	26	24	24	28	25	27	27	31
21-22	28	32	26	30	38	31	28	27
23 -24	22	14	14	12	17	13	10	9
25-26	4	2	1	0.5	0	3	0	0.5

Ett annat sätt att undersöka kopplingen mellan växthusgasutsläpp från mat och följsamhet till näringsrekommendationer är att jämföra utsläppsnivån hos deltagare som följer olika antal näringsrekommendationer. Tabell 14 visar energijusterade växthusgasutsläpp för kvinnor respektive män som uppnår minst 19, 21, 23 eller 25 rekommendationer, samt utsläpp för de som inte uppnår dessa antal rekommendationer. Jämförelsen visar att ju större antal rekommendationer deltagarna följde desto lägre var utsläppen av växthusgaser från maten, för både kvinnor och män. Matvanorna hos deltagare som följer minst 19 rekommendationer gav upphov till 1.67 och 1.75 ton CO<sub>2</sub>e per person och år, för kvinnor respektive män, medan matvanorna hos deltagare som uppnår färre än 19 rekommendationer gav upphov till 1.75 och 1.91 ton CO<sub>2</sub>e per person och år för kvinnor respektive män. Endast 16 kvinnor och 6 män uppnådde minst 25 rekommendationer och deras medianutsläpp var 1.34 respektive 1.65 ton CO<sub>2</sub>e per person och år.

Tabell 14. Växthusgasutsläpp för kvinnor och män som följer olika antal näringsrekommendationer

Antal närings- rekommendationer som följs	Medianutsläpp av växthusgaser, energijusterade ton CO <sub>2</sub> e /person /år			
	Kvinnor		Män	
	Ja	Nej (färre)	Ja	Nej (färre)
19	1.67 (n=609)	1.75 (n=231)	1.75 (n=450)	1.91 (n=177)
21	1.65 (n=394)	1.73 (n=446)	1.71 (n=277)	1.90 (n=350)
23	1.55 (n=148)	1.72 (n=692)	1.62 (n=83)	1.84 (n=544)
25	1.34 (n=16)	1.71 (n=824)	1.65 (n=6)	1.81 (n=621)

## 6 DISKUSSION

### 6.1 ALLMÄN METODDISKUSSION

Det finns flertalet publicerade studier med teoretiska klimatsmarta matvanor, så kallade scenarios. Många är baserade på genomsnittsintag av livsmedel utifrån matvaneundersökningar eller konsumtionsstatistik och kan därför vara generaliserbara på gruppnivå, men det är sannolikt betydligt svårare att skapa scenarios för grupper med låga respektive höga utsläpp av växthusgaser som är generaliserbara. För att studera variationen av utsläpp av växthusgaser och intag av näringsämnen inom en befolkning är det en styrka att ha data över matvanor registrerade på individnivå.

I delstudie 1 kunde vem som helst som såg annonsen anmäla sig till studien och detta resulterade i att majoriteten av deltagarna var kvinnor, välutbildade och flera hade en bakgrund inom nutritionsområdet. Det är viktigt att ha motiverade deltagare i en valideringsstudie eftersom det tar mycket tid och energi att väga och registrera allt man äter och dricker under en hel vecka. Nästan alla deltagare fullföljde studien och deltagarna var sannolikt mer noggranna än ett slumpmässigt urval av befolkningen skulle ha varit. Detta är fördelaktigt för den interna validiteten, dvs. själva resultatet i valideringsstudien, men en nackdel för den externa validiteten, dvs. generaliserbarheten.

Till delstudie 2 erbjöds ett representativt urval av svenska befolkningen att delta och detta är en viktig styrka. Tyvärr var svarsfrekvensen låg, speciellt bland vissa grupper som unga män och utlandsfödda. Dessutom hade deltagarna högre utbildning och färre var överviktiga/obesa jämfört med övriga befolkningen. Detta innebär att deltagarna i Riksmaten inte är helt representativa för den svenska befolkningen. Det är svårt att avgöra hur generaliserbara resultaten i delstudie 2 är. Skattningen av utsläpp av växthusgaser och näringsintag kan vara för låg eller hög jämfört med resten av befolkningen, om deltagarnas matvanor skiljer sig från övriga befolkningen.

Det finns utmaningar med att rapportera sitt matintag korrekt oavsett kostundersökningsmetod; svårigheter att minnas hur man brukar äta vid registrering med ett frekvensformulär och att ”äta som vanligt” under en registrering med matdagbok (73). I studierna i denna avhandling har Goldbergs cut-off används för att identifiera och exkludera troliga felrapportörer (72). Det är sannolikt att även inkluderade deltagare har underrapporterat sitt intag och det är därför möjligt att både utsläpp av växthusgaser och intag av näringsämnen är högre i verkligheten än vad delstudie 2 visar. Utsläppen av växthusgaser energijusterades för att hantera felrapportering och för att kvaliteten av deltagarnas matintag (olika livsmedel) är av större intresse än kvantiteten av deltagarnas matintag (olika portionsstorlekar). Deltagare äter olika stora portioner på grund av kroppsstorlek och energiförbrukning och studiernas syfte är inte att studera växthusgasutsläpp mellan deltagare som äter stora respektive små portioner.

## 6.1.1 Insamling och justering av LCA-data

### 6.1.1.1 Systemgränser

Studierna i denna avhandling inkluderar utsläpp från jordbruk/fiske och till dess att varan säljs i butik. För de livsmedel vars LCA-data inte hade med utsläpp fram till och med butik lades schablonutsläpp till för de steg som saknades. Dessa schablonutsläpp är osäkra, men i jämförelse med det första steget, jordbruk/fiske, är dessa nedströms utsläpp små. Resultaten från studierna hade sannolikt blivit ungefär samma även om dessa schablonutsläpp inte lagts till. Soret et al. (34) har olika systemgränser för olika livsmedel, men argumenterar att det är så stora skillnader i utsläpp från jordbruket mellan vegetabilier och animalier att små nedströms utsläpp är försumbara.

En vanlig uppfattning bland allmänheten är att livsmedelstransporterna fram till butik innebär stora utsläpp av växthusgaser (78). Generellt är transporter med tåg, båt och lastbil effektiva och ger endast små utsläpp, medan transport med flyg ger högre utsläpp (78). Det finns tyvärr ingen lättillgänglig statistik över vilka livsmedel på den svenska marknaden som transporteras med flyg. I denna avhandling har antagits att all cherimoya, passionsfrukt och physalis samt hälften av sockerärter och sparris transporteras med flyg. Trots att den absoluta utsläppsmängden från transporter till butik ofta är ganska liten, blir den relativa utsläppsmängden från transporter större för livsmedel med låga utsläpp än för livsmedel med höga utsläpp.

Den ändring av systemgränsen nedströms som sannolikt skulle ha haft störst betydelse för de totala utsläppen är själva transporten hem från butiken. Riksmaten inkluderar inte data över hur livsmedlen transporteras från butiken, och inte heller information om matlagningsmetoder och avfallshantering, t.ex. huruvida deltagarna lämnar matavfall till biogas eller ej. Schablonvärden hade kunnat läggas till för transport från butik, matlagning och avfallshantering, men det skulle innebära samma schablonutsläpp för alla deltagare. Det skulle bli högre totala utsläpp men skillnaden mellan grupperna skulle inte förändras. Schablonvärden för tillagning som skiljer sig mellan olika livsmedel hade kunnat läggas till, men information saknas om hur maten är tillagad och vilken typ av el som använts vid tillagningen.

Om det var möjligt att ändra systemgränsen uppströms och inkludera utsläpp från förändrad markanvändning i skattningen av växthusgasutsläpp från maten skulle de totala utsläppen öka och sannolikt skulle skillnaden mellan utsläppskvartil 1 och 4 bli större. I dagsläget exkluderar dock majoriteten LCA-studier av livsmedel utsläpp från förändrad markanvändning eftersom det inte finns någon konsensus gällande hur dessa utsläpp ska allokeras (fördelas på olika livsmedel) (21, 79). Den snabbaste omvandlingen av skogstäckt mark till annan mark sker i tropiska skogsområden och tre livsmedel som är associerade med denna avskogning är sojabönor från Argentina och Brasilien, palmolja från Sydostasien (Indonesien, Malaysia) samt nötkött från Brasilien (21).

Det finns två olika strategier för att inkludera växthusgasutsläpp från förändrad markanvändning i LCA-studier: utsläppen kan allokeras utifrån ett direkt eller indirekt tillvägagångssätt. Det direkta tillvägagångssättet innebär att utsläppen från förändrad markanvändning fördelas på de livsmedel som produceras på mark med nyligen förändrad markanvändning med en viss avskrivningstid, vilket innebär att utsläppen sprids ut över ett visst antal år. Det finns olika varianter av det indirekta tillvägagångssättet och ett exempel är att växthusgasutsläppen från förändrad markanvändning fördelas på alla livsmedel som produceras i det globala jordbrukssystemet utifrån hur mycket mark de tar i anspråk (21, 79).

#### *6.1.1.2 Matsvinn*

Eftersom Riksmaten inte frågat efter matsvinn har det i delstudie 2 använts schablonnivåer för matsvinn. För att minska osäkerheten har data över matsvinns mängd för olika livsmedel använts istället för att använda samma matsvinns mängd på alla livsmedel. Men även dessa data innebär osäkerhet eftersom mängden mat som slängs varierar mellan olika individer. LCA-data har inte justerats för matsvinn i butik, vilket innebär att de LCA-data som användes var lägre än vad de skulle ha varit om dessa justeringar gjorts.

#### *6.1.1.3 Fisk och skaldjur (sjömat)*

En stor utmaning under LCA-datainsamlingen var att avgöra LCA-data för sjömat. Vissa deltagare hade registrerat vilken fisksort de ätit, medan andra registrerat en maträtt med fisk, exempelvis fisksoppa. Att besluta vilken fisksort de ätit innebar en viss osäkerhet, men den stora utmaningen var att det kan vara stor skillnad i utsläpp för en och samma fisksort. Då det inte fanns lättillgänglig data gällande utsläpp för vissa fisksorter skapades en kategori för sjömat med passiva fångstmetoder och en kategori för sjömat med aktiva fångstmetoder, och därefter placerades fisksorterna in under respektive fångstmetod. Detta medförde en hög grad av osäkerhet.

### **6.1.2 Koppla frekvensformulär och matdagbok till LCA-data**

Livsmedel i matdagböckerna och frekvensformulären kopplades till koder för LCA-data för hand, vilket innebär en viss risk för systematiska fel, men det är osannolikt att de kan påverka slutresultaten i någon större utsträckning. Denna koppling var tidskrävande och innebar olika grad av osäkerhet för olika livsmedel. Ett exempel där osäkerheten är stor är maträtter, exempelvis lasagne. I delstudie 1 viktades upp till tre livsmedelsgrupper för att skatta växthusgasutsläpp för maträtter. Utifrån vilka ingredienser som brukar ingå i en maträtt valdes ingredienser och viktning, för att maträtten skulle hamna på en rimlig mängd av växthusgasutsläpp. I detta arbete valdes inte nödvändigtvis de tre ingredienser som dominerade viktmässigt utan ingredienser valdes som tillsammans gav rimliga utsläpp.



Exempelvis så valdes till maträtten lasagne 25% blandfärs, 25% mjölk och 50% tomat. Förutom dessa ingredienser innehåller lasagne ofta lasagneplattor, ost, eventuell grädde samt övriga grönsaker, men då endast tre ingredienser valdes gjordes en viktning för att komma så nära ett troligt utsläpp som möjligt. Blandfärs och mjölk fick representera de animaliska ingredienserna (ost och eventuell grädde) och tomat fick representera de vegetabiliska ingredienserna (lasagneplattor och övriga grönsaker). Att ta de tre viktiga dominerande ingredienserna hade troligen gett ett mer osäkert resultat, och dessutom saknades information om exakt vilket recept som använts.

Ungefär hälften av alla maträtter i delstudie 2 hade beräknade näringsvärden och tillgängliga recept, och för dessa kopplades varje enskild ingrediens till kod för LCA-data. Detta medför att osäkerheten gällande skattningen av växthusgasutsläpp är lägre för beräknade jämfört med analyserade maträtter. För maträtter med analyserade näringsvärden valdes ingredienser och viktningar som gjorde att rätterna hamnade på en rimlig mängd, på liknande sätt som i delstudie 1. I detta skede fanns möjligheten att välja mellan både livsmedelsgrupper och beräknade maträtter, vilket var en fördel och gör att osäkerheten blev lägre jämfört med maträtter i delstudie 1.

## **6.2 DELSTUDIE 1**

### **6.2.1 Metoddiskussion**

I en valideringsstudie är det viktigt att ha en referensmetod som skiljer sig från metoden som studeras för att metoderna ska få oberoende felkällor. Meal-Q baseras på minnet, och består av frågor om vad deltagarna brukar äta samt bilder för att hjälpa deltagarna att skatta portionsstorlekar. Därför valdes vägd matdagbok som referensmetod eftersom den inte baseras på minnet och inte heller baseras på att deltagarna själva skattar portionsstorlekar. En annan skillnad är att Meal-Q inte avser att fånga hela intaget, vilket matdagboken gör. Eftersom metoderna som jämfördes skiljer sig från varandra går det inte att förvänta sig perfekt överensstämmelse av deras resultat.

I framtida epidemiologiska studier kommer Meal-Q att användas för att rangordna deltagarna utifrån exponering, som i detta fall är utsläpp av växthusgaser från maten. Därefter kommer deltagare med matvanor som ger låga utsläpp av växthusgaser att jämföras, på olika sätt, med deltagare med matvanor som ger höga utsläpp av växthusgaser, för att undersöka kopplingen mellan klimatsmarta matvanor och hälsa. Att Meal-Q kommer att användas i framtida studier på detta sätt innebär att det är viktigt att Meal-Q klarar av att rangordna majoriteten av deltagarna korrekt (dvs. en rangordning som liknar rangordningen utifrån dagboken). Det är inte lika viktigt att Meal-Q får samma resultat som dagboken vad gäller totala utsläpp av växthusgaser från maten. Däremot är det värdefullt att veta något om storleken på utsläppsskillnaden mellan Meal-Q och dagboken.

Det är även värdefullt att veta om Meal-Q är bättre på att mäta låga eller höga utsläpp, dvs. om skillnaden mellan Meal-Q och dagboken varierar beroende på utsläppsnivå.

En låg reproducerbarhet visar att en metod inte förmår att mäta matvanor vid flera tillfällen och under lång tid, men en hög reproducerbarhet är ingen garanti för att metoden är lämplig. En hög reproducerbarhet kan bero på mätfel i både första och andra mätningen. Reproducerbarheten påverkas av hur lång tid det går mellan första och andra mätningen. I denna valideringsstudie var det ganska kort tid mellan mätningarna, vilket har fördelar och nackdelar. Risken att deltagarna ändrar sina matvanor minskar, men risken att deltagarna kommer ihåg sina svar från förra mätningen ökar. Det sistnämnda skulle göra reproducerbarheten felaktigt hög.

En valideringsstudie är en del av metodutvecklingen av en ny kostundersökningsmetod och deltagarna i en valideringsstudie bör vara representativa för den grupp som sedan ska studeras. Exempelvis, inför användandet av Meal-Q i LifeGenestudien hade det varit optimalt att genomföra en valideringsstudie med deltagare som är representativa för den målgrupp som LifeGene avser rekrytera. Vidare hade det varit optimalt att utifrån valideringsstudiens resultat förändra Meal-Q och därefter utföra en ny valideringsstudie för att undersöka hur validitet och reproducerbarhet förbättrats. Detta är dock dyrt och tidskrävande. Ofta beskriver en artikelförfattare att den aktuella studiens frekvensformulär är validerat men nämner sällan resultat från valideringen eller hur det kan ha påverkat resultatet i den aktuella studien.

### **6.2.2 Resultatdiskussion**

Till skillnad från dagboken avser inte Meal-Q att fånga hela intaget och de totala utsläppen av växthusgaser skattade med Meal-Q är också lägre jämfört med dagboken. Bland-Altmananalysen visar att Meal-Q underskattar utsläppen av växthusgaser och det är speciellt de högre utsläppen som underskattas. Även valideringen av näringsämnen visade att Meal-Q underskattade intaget vid ökade intag för vissa näringsämnen (69, 70). Detta har sannolikt flera orsaker. Det är möjligt att det saknas frågor om vissa livsmedel liksom intagsfrekvenser och intagsstorlekar. Bilderna till portionsstorlekarna som används i Meal-Q är inte validerade och det är möjligt att bilderna leder till underskattning av portionsstorlekar. Även de förbestämda portionsstorlekarna kan leda till underskattning av portionsstorlekar.

Rankningen av deltagare utifrån utsläpp av växthusgaser överensstämde bra mellan Meal-Q och dagboken, vilket är ett viktigt resultat eftersom det är så Meal-Q huvudsakligen kommer att användas i framtida epidemiologiska studier. Dessutom var reproducerbarheten hög, vilket leder till slutsatsen att Meal-Q är lämplig att användas i epidemiologiska studier om växthusgasutsläpp från mat, intag av näringsämnen och hälsoutfall. Det saknas andra studier som validerat skattning av växthusgasutsläpp och därför kan ingen jämförelse göras med andra studier.

## 6.3 DELSTUDIE 2

### 6.3.1 Metoddiskussion

Analyser av hur intag av näringsämnen är kopplade till växthusgasutsläpp från maten på individnivå kan göras på olika sätt. Det är möjligt att utgå ifrån ojusterade (observerade) respektive energijusterade intag av näringsämnen samt ojusterade respektive energijusterade växthusgasutsläpp. I denna studie delades deltagarna in i kvartiler baserade på energijusterade växthusgasutsläpp och därefter jämfördes ojusterade intag av näringsämnen i utsläppskvartilerna. Det kan tyckas inkonsekvent att använda energijusterade växthusgasutsläpp men ojusterade intag av näringsämnen, men detta beslut togs utifrån resonemanget att det är det faktiska intaget av näringsämnen som avgör huruvida näringsintaget hos en individ är adekvat eller inte.

Vid en tolkning av intag av näringsämnen och jämförelser med näringsrekommendationer bör man ta hänsyn till kostundersökningsmetoden. Eftersom delstudie 2 utgår från matdagböcker, som avser fånga hela intaget, är det möjligt att jämföra näringsintaget med genomsnittsbehovet. Användandet av genomsnittsbehovet är en styrka eftersom denna näringsrekommendation är avsedd att användas som utgångspunkt vid värdering av näringsintag från kostundersökningar. Andelen som inte når upp till genomsnittsbehovet är en indikation på hur många som har otillräckligt intag.

Rekommenderad näringstäthet (näringsämnen per MJ) och rekommenderat intag är framtagna för att användas vid matplanering. Rekommenderad näringstäthet kan användas för att planera mat till grupper med både kvinnor och män i varierande åldrar mellan 6 och 65 år. Vid matplaneringen är det inte nödvändigt att alla näringsämnen kommer upp till 100% av näringsrekommendationerna, utan rekommendationerna är framtagna för att ge vägledning om vilka näringsämnen som är svårare att få i sig och var tyngdpunkten ska läggas vid planeringen.

Det hade varit möjligt att utföra analyser av näringstäthet i delstudie 2, dvs. intag av näringsämnen per intag av energi (exempelvis per MJ) och jämföra med rekommendationer för matplanering till heterogena grupper, men en sådan jämförelse skulle inte ha tagit hänsyn till deltagarnas kön och ålder. Rekommendationen för vissa näringsämnen skiljer sig åt mellan kvinnor och män och mellan olika åldrar. De rekommenderade näringstäthetsvärdena har anpassats utifrån de som har högst behov, vilket innebär att högre näringstäthet krävs för alla i gruppen. Att jämföra intag från en matvaneundersökning med rekommenderad näringstäthet, som baseras på principen "den mest krävande personen", gör att det ser ut som att matvanorna behöver förändras betydligt mer än de i verkligheten behöver. Om rekommenderad näringstäthet används för att utvärdera resultat från en matvaneundersökning är det viktigt att komma ihåg att det kan se ut som att deltagare har för lågt intag av vissa näringsämnen fastän de inte har det i verkligheten, eftersom behoven är lägre för nästan alla.

Även jämförelser med rekommenderat intag ger resultat som ser sämre ut än i verkligheten för många deltagare eftersom majoriteten har lägre behov än rekommenderat intag. Om näringsintaget jämförs med rekommenderat intag, istället för genomsnittsbehov, blir proportionen av deltagare som inte följer näringsrekommendationen betydligt större för många näringsämnen. Skillnaden mellan proportioner deltagare i utsläppskvartil 1 respektive 4 som inte följer rekommendationen för ett visst näringsämne förändras dock inte nämnvärt vid jämförelse med rekommenderat intag istället för genomsnittsbehov.

En nackdel är att studien inte undersökt om deltagare har intag just under genomsnittsbehovet eller om de har intag långt under genomsnittsbehovet (samma sak gäller för jämförelserna med rekommenderat intag). Varje individ har individuella behov och det enda sättet att säkert veta om en individ har för lågt intag av ett näringsämne är en kombination av noggrann översyn av matvanorna samt biokemiska analyser.

Det finns livsmedelsprodukter på marknaden som är snarlika, men där ena produkten är berikad och den andra produkten inte är berikad. Vid registreringen i matdagboken kunde deltagarna välja mellan icke-berikade och berikade produkter av vissa livsmedel. En osäkerhet är huruvida deltagarna som konsumerar berikade produkter har valt detta vid sin registrering. Intag av kosttillskott ingår inte i näringsberäkningen i denna undersökning.

### **6.3.2 Resultatdiskussion: Utsläpp av växthusgaser**

Det är fler faktorer än deltagarnas matvanor som påverkar skattningen av växthusgasutsläpp utifrån en matvaneundersökning. Några faktorer som bör beaktas vid jämförelser av växthusutsläpp skattade på individnivå är land, år som matvaneundersökningen gjordes, kostundersökningsmetod, svarsfrekvens och deltagarnas åldrar. Även skillnader i LCA-data har stor betydelse, t.ex. viktningsfaktorer (GWP, GTP), systemgränser, hänsyn till matavfall och viktförändring vid tillagning.

#### *6.3.2.1 Jämförelser av växthusutsläpp i delstudie 2 och LifeGene*

Här görs en fördjupad jämförelse av skattningen av växthusgaser i delstudie 2 och LifeGene (8). Data till delstudie 2 samlades in i hela Sverige och data till LifeGene samlades in i Stockholm, Umeå och Alingsås, under närliggande tidsperioder (Riksmaten år 2010-11 och LifeGene år 2009-10).

De ojusterade utsläppen av växthusgaser från maten var betydligt lägre för kvinnor än män i både delstudie 2 och LifeGene. Ojusterade medianutsläpp av växthusgaser i delstudie 2 var 1.5 och 2.0 ton CO<sub>2</sub>e per person och år för kvinnor respektive män, vilket kan jämföras med ojusterade medianutsläpp i LifeGene, 1.6 och 1.9 ton CO<sub>2</sub>e per person och år. Även de energijusterade utsläppen av växthusgaser från maten var lägre för kvinnor än män i både delstudie 2 och LifeGene. Energijusterade medianutsläpp för kvinnor var 1.7 ton CO<sub>2</sub>e per person och år för kvinnor både i delstudie 2 och LifeGene. Motsvarande utsläpp för män var 1.8 och 1.9 ton CO<sub>2</sub>e per person och år i delstudie 2 respektive LifeGene.

Riksmaten använde sig av matdagbok och LifeGene använde sig av frekvensformuläret Meal-Q. Trots att Meal-Q inte avser att fånga hela matintaget blir utsläppen skattade med Meal-Q lika höga eller högre jämfört med utsläppen i delstudie 2. Detta kan ha flera möjliga orsaker och nedan kommer huvudsakligen följande tre skillnader att diskuteras: skattning av portionsstorlekar, LCA-data samt deltagarnas åldrar.

Båda metoderna använder bilder som hjälpmedel för att skatta portionsstorlekar av tillagad mat plus grönsaker, men matdagboken innehåller även bilder på andra livsmedel. Matdagboken använder bilder från den portionsguide som togs fram via en omfattande revidering av Matmallen efter flera valideringsstudier (77). Bilderna till Meal-Q togs fram för att användas i frekvensformuläret, men det finns ingen publicerad beskrivning av framtagandet av bilderna.

LifeGene använde samma LCA-data som delstudie 1. Dock korrigerades och kompletterades LCA-datan till delstudie 2. Kött, sjömat och flera mejeriprodukter i delstudie 2 hade lägre LCA-värden än LifeGene, vilket kan vara en del av förklaringen till att energijusterade utsläpp var lägre för män i delstudie 2.

Åldersfördelningen skiljer sig markant, hälften av kvinnorna och männen i Riksmaten var 50 år eller äldre, jämfört med färre än 3% i LifeGene. Det var de äldsta deltagarna i delstudie 2 som hade lägst (ojusterade såväl som energijusterade) utsläpp. Även detta är del av förklaringen till att de energijusterade utsläppen i delstudie 2 var lägre än i LifeGene.

#### *6.3.2.2 Jämförelse av ojusterade utsläpp av växthusgaser i publicerade studier*

Tabell 15 visar ojusterade utsläpp av växthusgaser för kvinnor och män för 18 publicerade studier, inklusive delstudie 2. Studier med högst utsläpp har markerats med rött, studier med mellanhöga utsläpp med orange och studier med lägst utsläpp med grönt. Medianutsläpp av växthusgaser är markerade med p50, övriga är medelutsläpp.

Tabell 16 visar kostundersökningsmetod för de 18 studierna. Utifrån denna tabell ger 24-timmarsintervjuer och frekvensformulär högre utsläpp av växthusgaser än matdagböcker. Det går inte att dra någon slutsats om huruvida kosthistoriska intervjuer ger höga eller låga utsläpp av växthusgaser eftersom det endast är en studie av detta slag med i jämförelsen.

Tabell 17 ger en översikt över vilka av de 18 studierna som har exkluderat felrapportörer eller justerat för underrapportering. Utifrån denna tabell går det dock inte att dra några slutsatser angående hur exkludering av felrapportörer och justering av underrapportering påverkar skattningen av utsläpp av växthusgaser.

Tabell 15. Ojusterade utsläpp av växthusgaser för kvinnor och män i 18 studier

Författare, år, land	Utsläpp för kvinnor, ton CO <sub>2</sub> e /person /år	Utsläpp för män, ton CO <sub>2</sub> e /person /år	Utsläpp för kvinnor och män, ton CO <sub>2</sub> e /person /år
Ridoutt, 2016, Australien (50)	7.20	9.57	
Hendrie, 2016, Australien (49)	5.02	6.84	
Monsivais, 2015, Storbritannien (42)	2.16	2.45	2.30
Hyland, 2016, Irland (51)	1.92	2.87	2.39
Bälter, 2017, Sverige (8)	1.62 (p50)	1.94 (p50)	1.73 (p50)
van de Kamp, 2017, Nederländerna (39)	1.61	2.16	
van Dooren, 2014, Nederländerna (40)	1.50	Saknas	
Sjörs, 2017, Sverige (delstudie 2) (48)	1.49 (p50)	2.02 (p50)	1.69 (p50)
Biesbroek, 2017, Nederländerna (41)	1.35	1.68	
Perignon Masset, 2016, Frankrike (46)	1.34	1.79	
Vieux, 2012, Frankrike (32)	1.34	1.72	1.52
Temme, 2015, Nederländerna (37)	1.32 (p50)	1.72 (p50)	
Masset, 2014, Frankrike (45)	1.26 (p50)	1.65 (p50)	
Aston, 2012, Storbritannien (33)	1.22	1.67	
Song, 2017, Kina (56)	1.12	1.28	
Treu, 2017, Tyskland (53)	1.07	1.44	
Horgan, 2016, Storbritannien (43)	1.06	1.32	1.18
Huseinovic, 2017, Sverige (47)	1.03		

Tabell 16. Kostundersökningsmetod i 18 studier

Författare, år, land	Kostundersökningsmetod, typ av undersökning
Hendrie, 2016, Australien (49)	24-timmarsintervju, Nationell undersökning
Ridoutt, 2016, Australien (50)	24-timmarsintervju, Nationell undersökning
Temme, 2015, Nederländerna (37)	24-timmarsintervju, Nationell undersökning
van de Kamp, 2017, Nederländerna (39)	24-timmarsintervju, Nationell undersökning
Biesbroek, 2017, Nederländerna (41)	Frekvensformulär, kohortstudie
Bälter, 2017, Sverige (8)	Frekvensformulär, kohortstudie
Monsivais, 2015, Storbritannien (42)	Frekvensformulär, kohortstudie
Treu, 2017, Tyskland (53)	Kosthistorisk intervju, Nationell undersökning
van Dooren, 2014, Nederländerna (40)	Matdagbok (2 d) Nationell undersökning
Song, 2017, Kina (56)	Matdagbok (3 d) Nationell undersökning
Horgan, 2016, Storbritannien (43)	Matdagbok (4 d) Nationell undersökning
Hyland, 2016, Irland (51)	Matdagbok (4 d) Nationell undersökning
Sjörs, 2017, Sverige (delstudie 2) (48)	Matdagbok (4 d) Nationell undersökning
Huseinovic, 2017, Sverige (47)	Matdagbok (4 d) Utvald grupp (ammande)
Aston, 2012, Storbritannien (33)	Matdagbok (7 d) Nationell undersökning
Vieux, 2012, Frankrike (32)	Matdagbok (7 d) Nationell undersökning
Masset, 2014, Frankrike (45)	Matdagbok (7 d), Nationell undersökning
Perignon, 2016, Frankrike (46)	Matdagbok (7 d), Nationell undersökning

Tabell 17. Hantering av felrapportörer i 18 studier

Författare, år, land	Exkludering av felrapportörer / justering av underrapportering
Aston, 2012, Storbritannien (33)	Information saknas
Monsivais, 2015, Storbritannien (42)	Information saknas
Song, 2017, Kina (56)	Information saknas
van de Kamp, 2017, Nederländerna (39)	Information saknas
van Dooren, 2014, Nederländerna (40)	Information saknas
Biesbroek, 2017, Nederländerna (41)	Ja, exkludering av felrapportörer
Bälter, 2017, Sverige (8)	Ja, exkludering av felrapportörer
Hyland, 2016, Irland (51)	Ja, exkludering av felrapportörer
Masset, 2014, Frankrike (45)	Ja, exkludering av felrapportörer
Perignon 2016, Frankrike (46)	Ja, exkludering av felrapportörer
Sjörs, 2017, Sverige (delstudie 2) (48)	Ja, exkludering av felrapportörer
Vieux, 2012, Frankrike (32)	Ja, exkludering av felrapportörer
Ridoutt, 2016, Australien (50)	Ja, justering av underrapportering
Hendrie, 2016, Australien (49)	Nej
Horgan, 2016, Storbritannien (43)	Nej
Huseinovic, 2017, Sverige (47)	Nej
Temme, 2015, Nederländerna (37)	Nej
Treu, 2017, Tyskland (53)	Nej

### 6.3.2.3 Jämförelse av utsläpp per 1000 kcal i publicerade studier

Tabell 18 visar växthusgasutsläpp per 1000 kcal i 9 publicerade studier, inklusive delstudie 2. Utsläppen redovisas för samtliga kvinnor respektive män i 7 av studierna för medianer (markerade med p50) eller medelvärden (8, 33, 39, 41, 45, 54) (samt delstudie 2). Delstudie 2 och studien av Bälter et al. (8) redovisar även utsläppen för 25:e och 75:e percentilen för samtliga kvinnor respektive män. Delstudie 2 och studierna av Scarborough et al. (36) och Soret et al. (34) redovisar även växthusgasutsläpp för grupper av deltagare med särskilda dieter. Scarborough et al. (36) och Soret et al. (34) har data från frekvensformulär (båda kohortstudier) medan Meier et al. (54) har data från en kosthistorisk intervju (nationell undersökning). Kostundersökningsmetod för övriga studier finns i tabell 12.

I de flesta studierna hade kvinnor lägre utsläpp jämfört med män per 1000 kcal (8, 36, 41, 48, 54), men för Masset et al (45) och Aston et al. (33) var utsläppen lägre för män. För van de Kamp et al. (39) och två grupper i Scarborough et al. (36) hade kvinnor och män lika höga utsläpp per 1000 kcal. Median/medelutsläppen per 1000 kcal för samtliga studiedeltagare varierade mellan 0.66-0.99 ton CO<sub>2</sub>e per år för kvinnor och 0.69-1.07 ton CO<sub>2</sub>e per år för män.

Den artikel som hade högst utsläpp för samtliga studiedeltagare var Meier et al. (54), och detta gällde både kvinnor och män. Den främsta förklaringen till detta är sannolikt att denna studie har med utsläpp från förändrad markanvändning, vilket inte övriga studier har. Genomsnittliga utsläpp per 1000 kcal för kvinnor och män tillsammans från indirekt förändrad markanvändning var 0.10 ton CO<sub>2</sub>e per år och från direkt förändrad markanvändning 0.07 ton CO<sub>2</sub>e per år (54). Om resultaten från Meier et al. minskas med 0.17 ton CO<sub>2</sub>e per år blir resultaten nästan exakt samma som i Bälter et al. (8) och blir jämförbara med resultaten från delstudie 2. Utsläpp av växthusgaser från mat för deltagarna i Riksmaten har skattats på gruppnivå utifrån kategorier som bestod av 90 livsmedel och sammansatta rätter i en artikel av Rööf et al. (79) (denna artikel ingår inte i tabell 18). Artikelförfattarna kom fram till växthusgasutsläppen från maten för deltagarna i Riksmaten var 1.9 ton CO<sub>2</sub>e per person och år exklusive utsläpp från förändrad markanvändning och 2.2-2.4 ton CO<sub>2</sub>e per person och år inklusive utsläpp från förändrad markanvändning. Den lägre skattningen, 2.2 ton CO<sub>2</sub>e var utifrån beräkningar med ett direkt tillvägagångssätt medan den högre skattningen, 2.4 ton CO<sub>2</sub>e, var utifrån beräkningar med ett indirekt tillvägagångssätt (79). Skattningen av Rööf et al. innebär att 16-26% av växthusgasutsläppen från maten kommer från förändrad markanvändning och skattningen av Meier et al. innebär att 17% av växthusgasutsläppen från maten kommer från utsläpp från markanvändning och direkt förändrad markanvändning.

De tre artiklar som hade lägst utsläpp för samtliga studiedeltagare var Biesbroek et al. (41), Masset et al. (45) och Aston et al. (33). Detta kan bero på att deltagarna har matvanor som ger lägre utsläpp av växthusgaser, men sannolikt har metodiken också betydelse. Tabell 16 visar att matdagböcker kan ge lägre utsläpp av växthusgaser än frekvensformulär och Aston et al. (33) och Masset et al. (45) har använt matdagbok medan Biesbroek et al. har använt frekvensformulär. Val av systemgränser förklarar dock inte att utsläppen är låga, tvärtom går systemgränserna i de tre studierna lika långt nedströms eller längre än övriga studier. Alla har nedströms systemgräns till tallriken, även om Masset et al. exkluderar utsläpp från transport hem från butiken. Biesbroek et al. inkluderar även utsläpp från förbränning av avfallsprodukter och Masset et al. inkluderar även utsläpp från avfallshanteringen av förpackningar. Att inte exkludera felrapportörer/justera för underrapportering samt att inte ta hänsyn till matavfall ger sannolikt lägre utsläpp av växthusgaser. Både Biesbroek och Masset har exkluderat felrapportörer, men Aston saknar information om detta. Aston et al. och Biesbroek et al. har tagit hänsyn till matavfall, men inte Masset et al.

Tabell 18 visar medianutsläpp (delstudie 2) respektive medelutsläpp (34, 36) för grupper av deltagare med särskilda dieter. Blandkostare hade högre utsläpp än vegetarianer inom varje studie, men blandkostare i studien av Soret et al. (34) hade lägre utsläpp än vegetarianer i studien av Scarborough et al. (36). Detta beror sannolikt på att deltagarna i studien av Soret et al. är sjundedagsadventister (som deltar i kohortstudien Adventist Health Study 2) och deras matvanor skiljer sig från den övriga amerikanska befolkningen. Exempelvis var köttintaget hos deltagarna betydligt lägre jämfört med köttintaget hos en genomsnittsan amerikan.



Tabell 18. Jämförelse av växthusgasutsläpp per 1000 kcal i 9 studier

Författare, år,	Ton CO <sub>2</sub> e/ år/ 1000 kcal	
Land	Kvinnor	Män
Sjörs, 2017,	0.97 p75*	1.04 p75*
Sverige delstudie 2	0.80 p50**	0.85 p50**
	0.66 p25***	0.72 p25***
	0.80 blandkost p50**	0.85 blandkost p50**
	0.48 vegetarian/ej kött p50**	0.53 vegetarian/ej kött p50**
	0.88 annan kost p50**	0.90 annan kost p50**
Bälter, 2017,	0.99 p75*	1.06 p75*
Sverige (8)	0.83 p50**	0.90 p50**
	0.69 p25***	0.76 p25***
Scarborough, 2014,	1.31 blandkost >99 g kött/d	1.33 blandkost >99 g kött/d
Storbritannien (36)	1.03 blandkost 50-99 g kött/d	1.03 blandkost 50-99 g kött/d
	0.85 blandkost <50 g kött/d	0.85 blandkost <50 g kött/d
	0.71 semivegetarian	0.72 semivegetarian
	0.69 vegetarian	0.70 vegetarian
	0.52 vegan	0.54 vegan
Meier, 2013,	0.99	1.07
Tyskland (54)		
van de Kamp, 2017,	0.81	0.81
Nederländerna (39)		
Aston, 2012,	0.75	0.72
Storbritannien (33)		
Masset, 2014,	0.71	0.69
Frankrike (45)		
Biesbroek, 2017,	0.66	0.73
Nederländerna (41)		
	<u>Ton CO<sub>2</sub>e/ år/ 1000 kcal för kvinnor och män</u>	
Soret, 2014,	0.56 blandkost	(66% kvinnor, 34% män)
USA Kanada (34)	0.44 semivegetarian	(69% kvinnor, 31% män)
	0.39 vegetarian	(64% kvinnor, 36% män)

\*75% av deltagarna har lägre utsläpp än p75 (75:e percentilen).

\*\*50% av deltagarna har lägre utsläpp än p50 (50:e percentilen, dvs. medianen).

\*\*\*25% av deltagarna har lägre utsläpp än p25 (25:e percentilen).

### 6.3.3 Resultatdiskussion: Näringsintag

Att det är möjligt att äta näringsrikt och klimatsmart visas bland annat i de svenska kostråden, ”råd om bra matvanor”, som är framtagna med hänsyn till både hälsa och miljö. Dock är all klimatsmart mat inte näringsrik och all näringsrik mat är inte klimatsmart. Dessutom är det mycket annat än kostråden som påverkar svenskarnas matvanor. Men är svenska matvanor med låga utsläpp av växthusgaser näringsmässigt hållbara?

Delstudie 2 visade att skillnaderna gällande intag av makronäringsämnen mellan deltagare med stora och små klimatavtryck från maten överlag var små. Deltagarna med lägst utsläpp av växthusgaser hade dock lägre intag av protein och högre intag av kolhydrater av olika kvalitet (fullkorn, fibrer, tillsatt socker), jämfört med deltagarna med högst utsläpp. Männerna med lägre utsläpp hade även lägre intag av mättat fett. Detta bekräftar resultat från tidigare studier (8, 36, 37). Även skillnaderna gällande intag av mikronäringsämnen mellan deltagare med stora och små klimatavtryck från maten var överlag små.

Analyser av vilka livsmedel det är som bidrar med de olika näringsämnena har inte genomförts. I rapporten som beskriver resultaten från Riksmaten 2010-11 finns data över vilka proportioner av olika livsmedel som bidrar till intaget av olika näringsämnen, dvs. från vilka livsmedel olika näringsämnen huvudsakligen kommer. Dessa data är dock för kvinnor och män tillsammans. Några exempel; de livsmedel som bidrar till tillsatt socker var sötade drycker, bullar, kakor och tårter samt godis och choklad. D-vitamin kom huvudsakligen från fisk, (berikat) margarin, (berikade) mejeriprodukter och kött. Slutligen, de livsmedel som gav mest järn var kött, bröd och grönsaker (inklusive baljväxter).

Deltagarna i delstudie 2 med lägst utsläpp av växthusgaser hade högre intag av D-vitamin än deltagarna med högst utsläpp, men LifeGene (8) hade motsatt resultat. Eftersom delstudie 2 har lägre LCA-värden för sjömat än LifeGene är det möjligt att deltagare med högt intag av sjömat hamnar i kvartil 1 i delstudie 2 men inte i LifeGene.

Kvinnor i delstudie 2 hade betydligt lägre järnintag än män, men det var ingen skillnad mellan utsläppsgrupperna, och detta bekräftar resultatet i LifeGene (8). Upptaget av järn från vegetabilier (icke-hemjärn) är sämre än upptaget av järn från animalier (hemjärn) och studien inkluderar inte biokemiska analyser av järnnivåerna hos deltagarna. Järnupptaget påverkas av individuella faktorer och av matens sammansättning, då vissa livsmedel stimulerar och andra hämmar järnupptaget (80). Det kan vara så att deltagarna i den lägsta utsläppsgruppen fick mer av sitt järn från de vegetabiliska järnkällorna (bröd och grönsaker inklusive baljväxter) och deltagarna i den högsta utsläppsgruppen fick mer av sitt järn från de animaliska järnkällorna (kött).

Ett sätt att få en uppfattning om huruvida matvanor är näringsmässigt hållbara är att mäta andelen deltagare som äter i enlighet med näringsrekommendationerna. Deltagarna i delstudie 2 med lägst utsläpp av växthusgaser åt mer i linje med rekommendationerna för protein, fibrer och mättat fett, jämfört med deltagarna med högst utsläpp.

När det gäller tillsatt socker var det istället deltagarna med högst växthusgasutsläpp som åt mer i linje med rekommendationerna, tack vare att de hade ett lägre intag av tillsatt socker jämfört med deltagarna med lägst växthusgasutsläpp från maten. Att matvanor med låga utsläpp av växthusgaser kan leda till ett alltför högt intag av tillsatt socker är något som bör uppmärksammas! Men trots ett högre intag av tillsatt socker hade deltagare med låga växthusgasutsläpp från maten intag mer i linje med rekommendationerna av flera mikronäringsämnen, t.ex. vitamin D (för både kvinnor och män) och folat (för kvinnor). Överlag hade deltagare med små klimatavtryck (utsläppskvartil 1) intag mer i enlighet med näringsrekommendationerna jämfört med deltagarna med stora klimatavtryck (utsläppskvartil 4). Samma slutsats kan dras även när deltagarna delas upp utifrån antal rekommendationer som uppnås. De deltagare som har bäst näringsintag jämfört med rekommendationerna (23 uppfyllda rekommendationer eller fler) har också lägre utsläpp jämfört med de som har färre än 23 uppfyllda rekommendationer.

Våra resultat skiljer sig från studien av Vieux et al. (44) där indikatorn för bra näringskvalitet var högre för deltagare med högst utsläpp. Det bör nämnas att deltagarna i Vieux et al. med bra näringskvalitet åt lika mycket kött som deltagarna med dålig näringskvalitet. Skillnaden var att deltagarna med bra näringskvalitet åt mer grönsaker, frukt och fisk och mindre sötsaker och salta snacks.

Om deltagarna underrapporterar sina matintag kommer jämförelser med näringsrekommendationer att påverkas på olika sätt för olika näringsämnen. Om underrapporteringen är lika för alla livsmedel (generell underrapportering) kommer tolkningen att bli mer fördelaktig för näringsämnen med övre tröskelvärden, såsom tillsatt socker och mättat fett, samt det näringsämne vars rekommenderat intag utgör en maxgräns, som i fallet med natrium/salt. Dvs. jämförelsen visar att deltagarna äter mer i linje med dessa näringsrekommendationer än de gör i verkligheten. Tolkningen kommer däremot att bli mindre fördelaktig för näringsämnen med nedre tröskelvärden, som i fallet med fibrer. Dvs. jämförelsen visar att deltagarna äter mindre i linje med dessa näringsrekommendationer än deltagarna gör i verkligheten. Det är även sannolikt att en generell underrapportering ger en mindre fördelaktig jämförelse av intaget av näringsämnen med genomsnittsbehov, lägsta intag och rekommenderat intag. Hur underrapportering påverkar tolkningen av intaget av makronäringsämnen med rekommenderade intagsintervall, exempelvis energiprocent protein, skiljer sig sannolikt både mellan olika makronäringsämnen och mellan olika deltagare. Generell underrapportering skulle gynna jämförelsen med proteinrekommendationen för deltagare som äter mycket protein (dvs. jämförelsen visar att deltagarna äter mer i linje med proteinrekommendationen än de gör i verkligheten) respektive missgynna jämförelsen med proteinrekommendationen för deltagare som äter lite protein (dvs. jämförelsen visar att deltagarna äter mindre i linje med proteinrekommendationen än de gör i verkligheten).

## 7 SLUTSATSER

Delstudie:

- I Validitet och reproducerbarhet för skattningen av växthusgasutsläpp från mat med hjälp av frekvensformuläret Meal-Q var hög. Skattningen av växthusgasutsläpp var högre för dagboken jämfört med Meal-Q, 5.04 respektive 3.76 kg CO<sub>2</sub>e per person och dag. Trots att Meal-Q underskattade växthusgasutsläppen gav Meal-Q en god rankning av deltagarna utifrån växthusgasutsläppen. 82 och 91% av deltagarna hamnar i samma eller intilliggande grupp vid kvartiljämförelse utifrån ojusterade respektive energijusterade växthusgasutsläpp. Frekvensformuläret Meal-Q är lämpligt att användas i framtida epidemiologiska studier där deltagare ska rankas utifrån skattningen av utsläpp av växthusgaser från maten.
  
- II Växthusgasutsläppen från mat var 1.5 ton och 2.0 ton CO<sub>2</sub>e per person och år för kvinnor respektive män. Utsläppen varierade mellan 0.2-6.1 ton per person och år. Förutom att det finns en stor variation i växthusgasutsläpp från matvanor visar studien att det finns deltagare vars matvanor ger låga växthusgasutsläpp och högt näringsintag. Gruppen vars matvanor leder till lägst nivåer av växthusgasutsläpp har, trots ett högt intag av tillsatt socker, överlag något högre följsamhet till näringsrekommendationer än gruppen vars matvanor leder till högst nivåer av växthusgasutsläpp. Delstudien visar även att ju högre antal rekommendationer deltagarna uppnådde desto lägre var utsläppen av växthusgaser från maten, för både kvinnor och män.

## 8 FRAMTIDA FORSKNING

Denna avhandling visar att det är möjligt att äta näringsriktigt och med låg klimatpåverkan i praktiken. Förslag på framtida forskningsområden inkluderar följande:

- Att undersöka matvanorna hos personer med låga växthusgasutsläpp från maten och hög följsamhet till näringsrekommendationer. Vilka livsmedel är det som bidrar med olika näringsämnen?
- Att undersöka matvanorna hos personer med låga växthusgasutsläpp från maten och låg följsamhet till näringsrekommendationer. Hur kan dessa matvanor bli mer näringsriktiga?
- Hantering av osäkerheter gällande LCA-data för sjömat. Fisk och skaldjur är exempel på livsmedel med stor osäkerhet med avseende på växthusgasutsläpp eftersom det är stor skillnad i utsläppsnivå mellan olika sorter och ibland även inom en sort (beroende på olika aspekter kring fisket eller fiskodlingen). Eftersom fisk och skaldjur innehåller många viktiga näringsämnen bör matvanor med sjömat studeras närmare för att ge kunskap om hur mycket utsläppen kan variera vid olika val. Detta kan exempelvis ge vägledning till framtida revideringar av råd om bra matvanor/ kostråd.
- Järnstatus hos personer med låga växthusgasutsläpp från maten. Denna avhandling visar att det inte är någon skillnad i järnintag mellan personer med låga respektive höga växthusgasutsläpp från maten, men järn från olika livsmedel har olika biotillgänglighet. Data över järnintag bör kompletteras med biokemiska analyser av individens järnstatus för att bedöma nutritionsstatus.
- Klimatsmart mat inom offentlig sektor. Publicerade scenarier visar att näringsriktiga och klimatsmarta matvanor kan se ut på många olika sätt, och dessa behöver testas och utvärderas, exempelvis inom offentliga måltider.
- Bredare perspektiv. Enbart fokus på minskade växthusgasutsläpp inom livsmedelsproduktionen kan leda till försummelse av andra hållbarhetsaspekter, inte minst etiska aspekter som djurvälstånd. Framtida studier med bredare perspektiv behövs!

## 9 TACK

Mycket har hänt sedan jag först kom till MEB hösten 2012. Bröllop, barn, sjukdom, begravning. Upp och ner i livets berg-och-dalbana... Men nu är jag klar och det är många jag vill tacka för inspiration, hjälp och stöd!

Katarina Bälter, min huvudhandledare, tack för att du gav mig möjligheten att bli doktorand inom hållbara matvanor, det var en dröm som gick i uppfyllelse! Tack för att jag fick chansen att arbeta med så intressanta forskningsprojekt! Jag vill speciellt tacka för all hjälp med skrivande och textgranskning!

Tack till Katarinas tidigare doktorander och examensarbetare för trevligt umgänge och gott samarbete: Sara, Lisa, Stephanie, Sandra, Erica, Yanina, Camilla och Tove.

Fredrik Hedenus, min bihandledare, jag har verkligen uppskattat våra diskussioner som varit lärorika och motiverande! Det är inspirerande att följa hur du arbetar med forskarens tredje uppgift - samverka med omvärlden! Jag uppskattar att du välkomnat mig att vara på Chalmers, ditt stöd och uppmuntran har betytt mycket!

Tack även till Chalmersforskarna David Bryngelsson och David Andersson!

Arvid Sjölander, min andra bihandledare, det kändes tryggt att ha dig med i gruppen, tack för dina pedagogiska förklaringar!

Annika Tillander, min statistiker, vad hade jag gjort utan dig? Det har varit trevligt och lärorikt att få samarbeta med dig!

Jag vill även tacka min mentor, Maria Altman, för fina samtal.

Thanks to all MEBBERS! I have met so many nice and interesting people since I first came to MEB in 2012 and I dare not attempt to name all! I really appreciate the always friendly atmosphere at the lunch and fika tables in Ljugården! We have had conversations about everything between heaven and earth, thank you! To only mention one person, thank you Elisabeth Dahlqvist for making everyone feel welcome! Your smile is contagious!

I am truly grateful to all those involved in the PhD Group and being representatives for the PhD students!!

Thanks to all my roommates during the years, especially Nelson, Johanna and Emilio, for creating a friendly and easygoing working atmosphere!

Tack till Camilla Wiklund, Malin Ericsson och Patricia Eustachio Colombo för att ni tackade ja till att vara med vid mitt för-lic-seminarium!

@DrEmmaFrans, tack för inspirationen, du visar hur vi forskare kan arbeta med den ”tredje uppgiften”!

Jag vill av hela mitt hjärta tacka alla er som jobbar på MEB och gör det möjligt för oss doktorander att göra våra jobb. Ni är så många viktiga personer och jag vill tacka alla, även fast jag endast nämner några av er här: Martina, Kim, Johan m.fl. på IT-support, Camilla Ahlqvist, Gunilla Nilsson Roos, Marie Jansson, Björn Gidlund och Åsa Agréus. Er hjälp har varit så värdefull!

Sist men inte mist - Anna Plym - synd att våra föräldraledigheter tajmade så dåligt, det var mysigt när vi var samtidigt på MEB! Tack för allt stöd och pepp! Jag är så tacksam över att ha fått dig som vän och att våra familjer trivs så bra ihop!

Jag har även haft glädjen att lära känna några doktorander utanför MEB som jag gärna samarbetar med i framtiden, Patricia Eustachio Colombo, Emma Moberg, Michaela Sundkvist och Eleonore Säfsten.

Tack till mina ”nutritionsvänner” med familjer, speciellt Fredrik Rosqvist, Sophie Hellstrand, Pernilla Hedvall Kallerman, Karin Jonsson, Cecilia Mayer Labba och Julia Strömblad Lenhoff.

Jag vill även tacka er som delar mitt intresse för hållbara matvanor!

Magdalena Rosell och Elinor Hallström: Tack för fantastiskt roligt arbete tillsammans under många år med skapande och utvecklande av masterkursen - jag ser fram emot arbetet med den nya magisterkursen!

Numami-gänget, speciellt Viktor, Julia och Eleonore! Jag har verkligen uppskattat och behövt våra långa diskussioner om nutrition, mat och miljö, lika kul som lärorikt! Låt oss alltid fortsätta!

Ulla Johansson och Monika Pearson, mina extra mentorer! Tack för inspiration, stöd och pepp under så många år. Ni är enastående förebilder för nästa generation nutritionister!

Elin Rööös, Anna Richert, Anita Lundström, Pia Lindeskog, Emelie Hansson, Line Gordon, Axel Mie, Sarah Säll, även ni är viktiga förebilder som jag hoppas på att få samarbeta med framöver.

Till mina vänner utanför akademien: nu är jag klar med skolan!

Alva, Maria, Anna-Sol, Sara och Katarina - Ni har funnits i mitt liv så länge och känner mig så väl. Tack för att ni är ärliga och hjälper mig att fatta beslut som jag mår bra av. Tack för allt stöd och pepp, från att jag kämpat för att bli doktorand och hela vägen in i mål! Ni hjälper mig att få perspektiv, på olika sätt. Jag kan inte med ord beskriva hur viktiga ni är i mitt liv!

Henrik och Karin, jag saknar våra semestrar, snart är väl barnen stora nog att haka på? Våra grannar i Blackeberg, vi är lyckliga över att ha så fina grannar!

Till sist vill jag tacka min familj.

Mormor - som fick mig intresserad av näringslära.

Mamma - som gett mig mitt driv och gjort att forskning alltid varit en självklar möjlighet.  
Tack för ditt stöd. Jag beundrar din energi och din hjälpsamhet!

Pappa - som gett mig min nyfikenhet och fick mig intresserad av hållbarhet och odling.  
Tack för alla kloka visdomsord, som jag ska göra allt för att minnas. Tack även till Maj-Britt som funnits vid min pappas sida under många år.

Syster - som hjälper mig att förstå att jobb inte är allt i livet. Du betyder så mycket, vad skulle jag göra utan dig? Micke - välkommen till familjen! Uttern - vi längtar efter dig!

Moster Barbro och Tommy, jag ser fram emot mer tid att umgås framöver!

Karin och Ingemar, tack för allt ni gör för oss. (Stellas farmor) Karin, vi hade inte klarat oss utan dig!

Maria och Mio – ni är del av vår familj! Vi ser fram emot bästa hängen!

Stefan - min livspartner ❤️❤️❤️ Jag är stolt över det vi två har tillsammans. Jag älskar dig så!

Stella - Ugga Mugga! Du vet, jag tycker om dig!



## 10 REFERENSER

1. Larsson J. Hållbara konsumtionsmönster. Analyser av maten, flyget och den totala konsumtionens klimatpåverkan idag och 2050 [Internet] Naturvårdsverket ; Stockholm 2015. Rapport 6653. Hämtad 2017-10-16 från: <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6653-6.pdf?pid=14404>
2. Rööf E, Sundberg C, Tidåker P, Strid I, Hansson P-A. Can carbon footprint serve as an indicator of the environmental impact of meat production? *Ecological Indicators*. 2013;24:573-81.
3. Hansen, J., R. Ruedy, M. Sato, and K. Lo, 2010: Global surface temperature change, *Rev. Geophys.*, 48, RG4004, doi: 10.1029/2010RG000345.
4. GISTEMP Team, 2017: GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP). [Internet] NASA Goddard Institute for Space Studies. [citerad 2017-10-16]. Hämtad från: <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>
5. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Summary for Policymakers [Internet] 2013. Hämtad 2017-10-16 från: <http://www.climatechange2013.org/report/>
6. Bernes C. En varmare värld. Växthuseffekten och klimatets förändringar - Tredje upplagan [Internet] Naturvårdsverket; Stockholm 2017. Hämtad 2017-10-16 från: <http://www.naturvardsverket.se/978-91-620-1300-4/>
7. Globalamålen.se Mål 13: Bekämpa klimatförändringen [Internet]. United Nations Development Programme (UNDP). [citerad 2017-10-16]. Hämtad från: <http://www.globalamalen.se/om-globala-malen/mal-13-bekampa-klimatforandringarna/>
8. Balter K, Sjörs C, Sjölander A, Gardner C, Hedenus F, Tillander A. Is a diet low in greenhouse gas emissions a nutritious diet? - Analyses of self-selected diets in the LifeGene study. *Archives of public health = Archives belges de sante publique*. 2017;75:17.
9. Naturvårdsverket. Konsumtionsbaserade utsläpp av växthusgaser per område [Internet] Stockholm: Naturvårdsverket; 2017 [uppdaterad 2017-01-16; citerad 2017-10-16]. Hämtad från: <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-konsumtionsbaserade-utslapp-per-omrade/>
10. Livsmedelsverket. Riksmaten - vuxna 2010-11: Livsmedels- och näringsintag bland vuxna i Sverige [Internet] Uppsala: Livsmedelsverket; 2012. Hämtad 2017-10-16 från: [https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/matvanor-halsa-miljo/kostrad-matvanor/matvaneundersokningar/riksmaten\\_2010\\_20111.pdf](https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/matvanor-halsa-miljo/kostrad-matvanor/matvaneundersokningar/riksmaten_2010_20111.pdf)
11. Miljömål.se. Generationsmålet [Internet] Stockholm: Naturvårdsverket; 2017 [uppdaterad 2016-07-07; citerad 2017-10-16]. Hämtad från: <https://www.miljomal.se/Miljomalen/Generationsmalet/>
12. Miljömål.se. Miljömålen [Internet] Stockholm: Naturvårdsverket; 2017 [uppdaterad 2017-09-19; citerad 2017-10-16]. Hämtad från: <http://www.miljomal.se/Miljomalen/>

13. Regeringskansliet. Det klimatpolitiska ramverket [Internet] Stockholm: Regeringskansliet; [uppdaterad 2017-06-12; citerad 2017-10-16]. Hämtad från: <http://www.regeringen.se/artiklar/2017/06/det-klimatpolitiska-ramverket>
14. United Nations General Assembly. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development [Internet] A/RES/70/1. 2015 Hämtad 2017-10-16 från: [http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E)
15. United Nations. Sustainable Development Goals [Internet] United Nations [citerad 2017-10-16] Hämtad från: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>
16. Regeringskansliet. Att förändra vår värld: Agenda 2030 för hållbar utveckling [Internet]. Regeringskansliet; 2016 [citerad 2017-10-16] Hämtad från: <http://www.regeringen.se/48e36d/contentassets/a69f085ada12410989115a1ff64be6d8/att-forandra-var-varld-agenda-2030-for-hallbar-utveckling>
17. United Nations Framework Convention on Climate Change. The Paris Agreement [Internet] 2015 [citerad 2017-10-16] Hämtad från: [http://unfccc.int/paris\\_agreement/items/9485.php](http://unfccc.int/paris_agreement/items/9485.php)
18. Regeringskansliet. Klimatavtalet från Paris [Internet] Miljö- och energi-departementet [citerad 2017-10-16] Hämtad från: <http://www.regeringen.se/regeringens-politik/klimatavtalet-fran-paris/>
19. Miljömål.se. Begränsad klimatpåverkan [Internet] Stockholm: Naturvårdsverket. [uppdaterad 2017-03-30; citerad 2017-10-16]. Hämtad från: <https://www.miljomal.se/Miljomalen/1-Begransad-klimatpaverkan/Nas-malet/au2017>
20. Sonesson U, Davis J, Ziegler F. Food Production and Emissions of Greenhouse Gases. An overview of the climate impact of different product groups [Internet] SIK ; 2010. Hämtad 2017-10-16 från: [http://www.fcm.org.uk/sites/default/files/Food\\_production\\_and\\_GHGs.pdf](http://www.fcm.org.uk/sites/default/files/Food_production_and_GHGs.pdf)
21. Persson UM, Henders S, Cederberg C. A method for calculating a land-use change carbon footprint (LUC-CFP) for agricultural commodities - applications to Brazilian beef and soy, Indonesian palm oil. *Global change biology*. 2014;20(11):3482-91.
22. Ziegler F. Minskad klimatpåverkan vid produktion och fiske av fisk och skaldjur. Underlag till klimatcertifiering [Internet] SIK. Rapport 2008:1. Hämtad 2017-10-16 från: <http://www.klimatmarkningen.se/wp-content/uploads/2009/11/klimatpaverkan-vid-produktion-och-fiske-av-fisk-och-skaldjur1.pdf>
23. Sonesson U, Berlin J, Ziegler F. Environmental assessment and management in the food industry : life cycle assessment and related approaches. Oxford ; Woodhead Pub.; 2010.
24. Roy P, Nei D, Orikasa T, Xu Q, Okadome H, Nakamura N, et al. A review of life cycle assessment (LCA) on some food products. *Journal of Food Engineering*. 2009;90(1):1-10.
25. Persson UM, Daniel JAJ, Christel C, Fredrik H, David B. Climate metrics and the carbon footprint of livestock products: where's the beef? *Environmental Research Letters*. 2015;10(3):034005.
26. IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of*

- the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
27. Nordic Nutrition Recommendations (NNR) 2012 : integrating nutrition and physical activity [Internet] Nordic Council of Ministers; 2014. Nord 2014:002. Copenhagen: Hämtad 2017-10-16 från: <http://www.norden.org/en/theme/former-themes/themes-2016/nordic-nutrition-recommendation/nordic-nutrition-recommendations-2012>
  28. Johansson G. Nutritionsepidemiologi : Kostundersökningar: ändamål, design, biologiska markörer, felkällor och evaluering av kvalitén. Halmstad: Halmstad University Press; 2014.
  29. Gibson RS. Principles of nutritional assessment. New York: Oxford University Press; 2005.
  30. Livsmedelsverket, Livsmedelsdatabasen [Internet]. Hämtad 2017-10-16 från: <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedelsdatabasen>
  31. Öhrvik V, Hauger Carlsen M, Källman A et al. Improving Food Composition Data by Standardizing Calculation Methods [Internet] Nordic Council of Ministers ; Copenhagen. Tema Nord 2015:568 Hämtad 2017-10-16 från: <http://www.oopen.org/search?identifier=594258>
  32. Vieux F, Darmon N, Touazi D, Soler L. Greenhouse gas emissions of self-selected individual diets in France: Changing the diet structure or consuming less? *Ecological Economics*. 2012;75:91-101.
  33. Aston LM, Smith JN, Powles JW. Impact of a reduced red and processed meat dietary pattern on disease risks and greenhouse gas emissions in the UK: a modelling study. *BMJ Open*. 2012;2(5).
  34. Soret S, Mejia A, Batech M, Jaceldo-Siegl K, Harwatt H, Sabate J. Climate change mitigation and health effects of varied dietary patterns in real-life settings throughout North America. *Am J Clin Nutr*. 2014;100 Suppl 1:490S-5S.
  35. Biesbroek S, Bueno-de-Mesquita HB, Peeters PH, Verschuren WM, van der Schouw YT, Kramer GF, et al. Reducing our environmental footprint and improving our health: greenhouse gas emission and land use of usual diet and mortality in EPIC-NL: a prospective cohort study. *Environmental Health*. 2014;13(1):1.
  36. Scarborough P, Appleby P, Mizdrak A, Briggs A, Travis R, Bradbury K, et al. Dietary greenhouse gas emissions of meat-eaters, fish-eaters, vegetarians and vegans in the UK. *Climatic Change*. 2014;125(2):179-92.
  37. Temme EHM, Toxopeus IB, Kramer GFH, Brosens MCC, Drijvers JMM, Tyszler M, et al. Greenhouse gas emission of diets in the Netherlands and associations with food, energy and macronutrient intakes. 2015;18(13):2433-45.
  38. Seves SM, Verkaik-Kloosterman J, Biesbroek S, Temme EH. Are more environmentally sustainable diets with less meat and dairy nutritionally adequate? *Public Health Nutr*. 2017;20(11):2050-62.
  39. van de Kamp ME, van Dooren C, Hollander A, Geurts M, Brink EJ, van Rossum C, et al. Healthy diets with reduced environmental impact? – The greenhouse gas emissions of various diets adhering to the Dutch food based dietary guidelines. *Food Research International*. 2017.

40. van Dooren C, Marinussen M, Blonk H, Aiking H, Vellinga P. Exploring dietary guidelines based on ecological and nutritional values: A comparison of six dietary patterns. *Food Policy*. 2014;44:36-46.
41. Biesbroek S, Verschuren WMM, Boer JMA, van de Kamp ME, van der Schouw YT, Geelen A, et al. Does a better adherence to dietary guidelines reduce mortality risk and environmental impact in the Dutch sub-cohort of the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition? *Br J Nutr*. 2017;118(1):69-80.
42. Monsivais P, Scarborough P, Lloyd T, Mizdrak A, Luben R, Mulligan AA, et al. Greater accordance with the Dietary Approaches to Stop Hypertension dietary pattern is associated with lower diet-related greenhouse gas production but higher dietary costs in the United Kingdom. *Am J Clin Nutr*. 2015;102(1):138-45.
43. Horgan GW, Perrin A, Whybrow S, Macdiarmid JI. Achieving dietary recommendations and reducing greenhouse gas emissions: modelling diets to minimise the change from current intakes. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2016;13:46.
44. Vieux F, Soler LG, Touazi D, Darmon N. High nutritional quality is not associated with low greenhouse gas emissions in self-selected diets of French adults. *Am J Clin Nutr*. 2013;97(3):569-83.
45. Masset G, Vieux F, Verger EO, Soler LG, Touazi D, Darmon N. Reducing energy intake and energy density for a sustainable diet: a study based on self-selected diets in French adults. *Am J Clin Nutr*. 2014;99(6):1460-9.
46. Perignon M, Masset G, Ferrari G, Barre T, Vieux F, Maillot M, et al. How low can dietary greenhouse gas emissions be reduced without impairing nutritional adequacy, affordability and acceptability of the diet? A modelling study to guide sustainable food choices. *Public Health Nutr*. 2016;19(14):2662-74.
47. Huseinovic E, Ohlin M, Winkvist A, Bertz F, Sonesson U, Brekke HK. Does diet intervention in line with nutrition recommendations affect dietary carbon footprint? Results from a weight loss trial among lactating women. *Eur J Clin Nutr*. 2017.
48. Sjörs C, Hedenus F, Sjölander A, Tillander A, Bälter K. Adherence to dietary recommendations for Swedish adults across categories of greenhouse gas emissions from food. *Public Health Nutrition*. 2017:1-13.
49. Hendrie GA, Baird D, Ridoutt B, Hadjidakou M, Noakes M. Overconsumption of Energy and Excessive Discretionary Food Intake Inflates Dietary Greenhouse Gas Emissions in Australia. *Nutrients*. 2016;8(11).
50. Ridoutt B, Hendrie G, Baird D, Hadjidakou M, Noakes M. The balance of core and noncore foods: a critical intervention point to concurrently address both healthy eating and dietary GHG emissions reduction objectives. 2016.
51. Hyland JJ, Henchion M, McCarthy M, McCarthy SN. The climatic impact of food consumption in a representative sample of Irish adults and implications for food and nutrition policy. *Public Health Nutr*. 2016:1-13.
52. Hyland JJ, McCarthy MB, Henchion M, McCarthy SN. Dietary emissions patterns and their effect on the overall climatic impact of food consumption. *International Journal of Food Science & Technology*. 2017.
53. Treu H, Nordborg M, Cederberg C, Heuer T, Claupein E, Hoffmann H, et al. Carbon footprints and land use of conventional and organic diets in Germany. *Journal of Cleaner Production*. 2017;161:127-42.

54. Meier T, Christen O. Environmental Impacts of Dietary Recommendations and Dietary Styles: Germany As an Example. *Environmental science & technology*. 2013;47(2):877-88.
55. Germani A, Vitiello V, Giusti AM, Pinto A, Donini LM, del Balzo V. Environmental and economic sustainability of the Mediterranean Diet. *Int J Food Sci Nutr*. 2014;65(8):1008-12.
56. Song G, Li M, Fullana IPP, Williamson D, Wang Y. Dietary changes to mitigate climate change and benefit public health in China. *Sci Total Environ*. 2017;577:289-98.
57. Donati M, Menozzi D, Zighetti C, Rosi A, Zinetti A, Scazzina F. Towards a sustainable diet combining economic, environmental and nutritional objectives. *Appetite*. 2016;106:48-57.
58. Hendrie GA, Ridoutt BG, Wiedmann TO, Noakes M. Greenhouse gas emissions and the Australian diet--comparing dietary recommendations with average intakes. *Nutrients*. 2014;6(1):289-303.
59. Naturvårdsverket. Styrmedelsanalys med livscykel- och innovations-systemperspektiv. Metod och fallstudier [Internet]. Naturvårdsverket; 2006. Rapport 5595. Hämtad 2017-10-16 från: <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5595-X.pdf>
60. Nilsson K, Sund V, Florén B. The environmental impact of the consumption of sweets, crisps and soft drinks [Internet] Copenhagen: Nordic Council of Ministers, 2011. TemaNord 2011:509. Hämtad 2017-10-16 från: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:702819/FULLTEXT01.pdf>
61. Nilsson K. Klimatpåverkan från bryggkaffe och snabbkaffe. Göteborg: SIK; 2010. Rapport UPX00221
62. Ahlmén K. / Sigill Kvalitetssystem AB. Maten och miljön. Livscykelanalys av sju livsmedel [Internet] LRF 2002. Hämtad 2017-10-16 från: <http://www.sigill.se/Global/Folder/maten%20o%20milj%c3%b6n.pdf>
63. Winther U, F FZ, Hognes E, Emanuelsson A, Sund V, Ellingsen H. Carbon footprint and energy use of Norwegian seafood products. SINTEF Fisheries and Aquaculture, Report SFH80 A. 2009;96068. .
64. Ziegler F, Winther U, Hognes E, Emanuelsson A, V VS, H HE. The carbon footprint of Norwegian seafood products on the global seafood market. *Journal of Industrial Ecology*. 2013;17(1):103-16. .
65. Quested TE, Parry AD, Easteal S, Swannell R. Food and drink waste from households in the UK. *Nutrition Bulletin*. 2011;36(4):460-7.
66. Gustavsson J, Cederberg C, Sonesson U, Emanuelsson A. The methodology of the FAO study: "Global Food Losses and Food Waste - extent, causes and prevention"- FAO, 2011 [Internet] SIK 2013 SIK report No. 857. Hämtad 2017-10-16 från: <http://www.diva-portal.se/smash/get/diva2:944159/FULLTEXT01.pdf>
67. Bryngelsson D, Wirsenius S, Hedenus F, Sonesson U. How can the EU climate targets be met? A combined analysis of technological and demand-side changes in food and agriculture. *Food Policy*. 2016;59:152-64.

68. Almqvist C, Adami HO, Franks PW, Groop L, Ingelsson E, Kere J, et al. LifeGene--a large prospective population-based study of global relevance. *Eur J Epidemiol.* 2011;26(1):67-77.
69. Christensen SE, Möller E, Bonn SE, Ploner A, Wright A, Sjölander A, et al. Two new meal- and web-based interactive food frequency questionnaires: validation of energy and macronutrient intake. *J Med Internet Res.* 2013;15(6):e109.
70. Christensen SE, Möller E, Bonn SE, Ploner A, Bälter K, Bälter O, et al. Relative validity of micronutrient and fiber intake assessed with two new interactive meal- and web-based food frequency questionnaires. *Journal of Medical Internet Research.* 2014;16(2).
71. Goldberg G, Black A, Jebb S, Cole T, Murgatroyd P, Coward W, et al. Critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy physiology: 1. Derivation of cut-off limits to identify under-recording. *European journal of clinical nutrition.* 1991;45(12):569-81.
72. Black A. Critical evaluation of energy intake using the Goldberg cut-off for energy intake: basal metabolic rate. A practical guide to its calculation, use and limitations. *International Journal of Obesity.* 2000;24(9):1119.
73. Willett W. *Nutritional epidemiology.* Third edition. ed. Oxford ; New York: Oxford University Press; 2013.
74. Willett WC, Howe GR, Kushi LH. Adjustment for total energy intake in epidemiologic studies. *The American Journal of Clinical Nutrition.* 1997;65(4):1220S-8S.
75. Lee J, Koh D, Ong CN. Statistical evaluation of agreement between two methods for measuring a quantitative variable. *Computers in biology and medicine.* 1989;19(1):61-70.
76. Amcoff, E. Edberg, A. Enghart Barbieri, H. Lindroos A K. *et al.* Riksmaten - vuxna 2010-11. Livsmedels- och näringsintag bland vuxna i Sverige - metodrapport. [Internet] Livsmedelsverket. Rapport 8 - 2014. Hämtad 2017-10-16 från: <https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/rapporter/2014/riksmaten-vuxna-2010-11-metodrapport--rapport-8---2014.pdf>
77. Amcoff, E. Enghardt Barbieri, H. Revidering av Matmallen [Internet] Livsmedelsverket; 2008. Rapport 21 – 2008. Hämtad 2017-10-16 från: [https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/rapporter/2008/2008\\_livsmedelsverket\\_21\\_revidering\\_av\\_matmallen.pdf](https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/rapporter/2008/2008_livsmedelsverket_21_revidering_av_matmallen.pdf)
78. Rööf E, Karlsson H. Effect of eating seasonal on the carbon footprint of Swedish vegetable consumption. *Journal of Cleaner Production.* 2013;59:63-72.
79. Rööf E, Karlsson H, Withöft C, Sundberg C. Evaluating the sustainability of diets—combining environmental and nutritional aspects. *Environmental Science & Policy.* 2015;47:157-66.
80. Perignon M, Barre T, Gazan R, Amiot MJ, Darmon N. The bioavailability of iron, zinc, protein and vitamin A is highly variable in French individual diets: Impact on nutrient inadequacy assessment and relation with the animal-to-plant ratio of diets. *Food Chem.* 2018;238:73-81.



Camilla Sjors är nutritionist med mångårigt intresse för matens miljöpåverkan.

Hennes forskning handlar om skattning av växthusgasutsläpp från maten samt näringsintag och följsamhet till näringsrekommendationer för svenskar med låga respektive höga växthusgasutsläpp från maten.

Innan forskarstudierna har Camilla undervisat inom näringslära, folkhälsa och hållbara matvanor på universitetsnivå, samlat in data till flera forskningsstudier samt arbetat på Livsmedelsverket med livsmedeldatabasen och planering av matvaneundersökningen Riksmaten vuxna 2010–11.



**Karolinska  
Institutet**