



Sveriges
lantbruksuniversitet

Analys och beräkning av emissionsfaktorer för växthusgaser

Analysis and calculations of emission factors for green house gases

Johanna Fredén

ABSTRACT

Analysis and calculations of emission factors for green house gases

Johanna Fredén

An increased awareness about the global warming has created a demand for more information on how the climate is affected by different activities. This master thesis was initiated by Tricorona, a Swedish company that offers its customers analysis and calculation of their climate impact. Tricorona also supplies climate neutralisation with CERs, in accordance with the Kyoto protocol and controlled by the UN. This work demands updated emission factors for greenhouse gases. An emission factor gives information about the greenhouse gas intensity of a service or a product [kg CO₂-eq./ functional unit].

The purpose of this thesis is to examine how electricity, district heating, hotels, taxis, food and materials affect the climate and how emission factors for these areas can be calculated. This was done by reviewing and comparing different studies and by interviewing experts. The information was evaluated and recommendations on calculations and emission factors were made.

The consumption of energy is the main source of greenhouse gas emissions for district heating, electricity, hotels, taxis and materials. For food production the biogenic greenhouse gas emissions are also important, such as the emissions of carbon dioxide and nitrous oxide from land use and the methane emissions from ruminants.

For climate impact assessment of electricity, district heating, hotels and taxis it is recommended that the calculations should be based on an average consumption of energy. All types of energy carriers should be included in the calculations and the emission factors used should be based on Life Cycle Assessments. Climate impact assessments based on energy consumption is a simplification that underestimates the real greenhouse gas emissions. The recommended emission factors are associated with some uncertainties that originate from the quality of the data used, the assumptions made and the system boundaries that were chosen. Despite that, the recommended emission factors can be considered representative since they are based on the best available data. For food and materials it is recommended that emission factors from Life Cycle Inventories should be used.

Keywords: climate impact assessment, emission factors, green house gas emissions, Life Cycle Assessment

Department of Energy and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences, Ulls väg 30 A, SE-756 51 Uppsala, Sweden

ISSN 1401-5765

REFERAT

Analys och beräkning av emissionsfaktorer för växthusgaser

Johanna Fredén

En ökad medvetenhet om växthuseffekten har skapat en efterfrågan på mer information om hur klimatet påverkas av olika aktiviteter. Detta examensarbete har gjorts på uppdrag av Tricorona, ett svenskt företag som erbjuder sina kunder ett brett utbud av klimatrelaterade tjänster och klimatkompensation från egenutvecklade FN-certifierade projekt. I detta arbete krävs ständigt uppdaterade utsläppsfaktorer för växthusgaser. En utsläppsfaktor, eller emissionsfaktor, är en uppskattning på hur stor mängd växthusgaser som släpps ut för en tjänst eller för en produkt [kg CO₂-ekv./ funktionell enhet].

Syftet med detta examensarbete är att undersöka hur klimatpåverkan uppstår, samt hur den kan beräknas, inom följande områden; el, fjärrvärme, hotell, taxi, mat och material. Grunden för detta examensarbete är en omfattande litteraturstudie samt intervjuer med sakkunniga. Efter detta har en värdering av informationen gjorts och förslag på lämpliga beräkningsmetoder och emissionsfaktorer tagits fram.

Klimatpåverkan för fjärrvärme, el, hotell, taxi och material kommer i huvudsak från energiförbrukningen. För mat uppstår växthusgasutsläpp dessutom från naturliga processer som koldioxid- och lustgasutsläpp från markanvändning och metanutsläpp från idisslande djur.

För klimatberäkningar för områdena el, fjärrvärme, hotell och taxi rekommenderas att beräkningarna baseras på en genomsnittlig energiförbrukning. Alla typer av energibärare bör ingå och de använda emissionsfaktorer bör ha ett livscykelperspektiv. Att basera klimatberäkningar på energiförbrukning är en förenkling som underskattar de faktiska växthusgasutsläppen något. De föreslagna emissionsfaktorerna innehåller alla vissa osäkerheter som bland annat beror på datakvalité, antaganden och systemgränser. Emissionsfaktorerna kan trots detta sägas vara representativa då de bygger på bästa tillgängliga data. För mat och material rekommenderas data från livscykelinventeringar.

Nyckelord: klimatberäkningar, utsläppsfaktorer, emissionsfaktorer, växthusgasutsläpp, livscykelanalys

Institutionen för energi och teknik, Sveriges lantbruksuniversitet, Ulls väg 30 A, SE-756 51

Uppsala, Sverige

ISSN 1401-5765

FÖRORD

Detta examensarbete omfattar 30 högskolepoäng och har utförts som avslutande del på Civilingenjörsprogrammet i Miljö- och vattenteknik vid Uppsala Universitet. Examensarbetet har utförts på uppdrag av Tricorona Climate Partner AB i Stockholm. För examensarbetet har Erika Ågren, Tricorona Climate Partner, varit handledare och Cecilia Sundberg, Institutionen för energi och teknik, Sveriges lantbruksuniversitet varit ämnesgranskare.

Jag vill börja med att rikta ett varmt tack till min handledare Erika Ågren för hennes hjälpsamhet och hennes synpunkter på mitt arbete. Jag vill tacka Tricorona Climate Partner för att jag fick möjligheten att genomföra detta intressanta projekt.

Ett stort tack vill jag framföra till Cecilia Sundberg. Hennes engagemang, kunskap och intresse har varit ett ovärderligt stöd för mig under arbetets gång.

Jag vill även tacka alla andra som på olika sätt bidragit med information och kunskap till min rapport. Jag vill tacka Energimyndigheten för tillstånd att använda bilderna i Figur 1, 3 och 4 i denna rapport.

Tack Ann-Charlotte Forsberg och Jerker Fredén för all uppmuntran och för korrekturläsning av min rapport. Så vill jag tacka Niklas Hansson för hans värdefulla hjälp och synpunkter.

Slutligen vill jag tacka alla arbetskamrater på Tricorona Climate Partner för en trevlig och lärorik termin.

Tack alla!

Uppsala, oktober 2010

Johanna Fredén

Copyright © Johanna Fredén och Institutionen för energi och teknik, Sveriges lantbruksuniversitet

UPTEC W10 032, ISSN 1401-5765

Tryckt hos Institutionen för geovetenskaper, Geotryckeriet, Uppsala Universitet, Uppsala, 2010.

POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING

FN:s klimatpanel Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, utvärderar forskning som sker i klimatfrågan i världen. År 2007 konstaterade IPCC att det är mycket sannolikt att den observerade ökningen av jordens medeltemperatur beror på människans utsläpp av växthusgaser. Detta har gjort att allt fler aktörer intresserar sig för hur stora växthusgasutsläpp deras aktiviteter ger upphov till. Med denna kunskap kan sedan åtgärder vidtas för att minska växthusgasutsläppen.

För att motverka klimatförändringar har 182 länder undertecknat Kyotoprotokollet. Dokumentet innebär åtaganden för de industriländer som skrivit under att minska sina årliga utsläpp av växthusgaser med minst 5,2 % jämfört med 1990-års värden. Utsläppsminskningarna sker i huvudsak i de aktuella industriländerna, men kan även ske i andra länder genom de så kallade flexibla mekanismer som ingår i Kyotoprotokollet. Dessa omfattar handel med utsläppsrätter, Joint Implementation-projekt samt Clean Development Mechanism-projekt.

Det här examensarbetet har utförts på uppdrag av Tricorona Climate Partner, ett svenskt företag som erbjuder sina kunder en rad klimatrelaterade tjänster. Tricorona Climate Partner utför bland annat klimatberäkningar, tar fram klimatstrategier och erbjuder klimatkompensering i egenutvecklade CDM-projekt. Tricorona Climate Partner har i sina klimatberäkningar behov av uppdaterade utsläppsfaktorer. En utsläppsfaktor eller emissionsfaktor är en uppskattning på hur mycket växthusgaser som släpps ut vid produktion av en vara, enheten är kg koldioxidekvivalenter per funktionell enhet. De växthusgaser som avses är koldioxid (CO₂), metan (CH₄), lustgas (N₂O) samt fluorerade gaser (HFC 134a, CF₄, SF₆). Dessa gaser bidrar alla till den förstärkta växthuseffekten. De olika växthusgaserna påverkar klimatet olika mycket. Vid klimatberäkningar omvandlas alla växthusgaser till koldioxidekvivalenter, CO₂-ekv.

Syftet med detta examensarbete är att undersöka hur klimatpåverkan uppstår, samt hur den kan beräknas för el, fjärrvärme, hotell, taxi, mat och material. Följande emissionsfaktorer har undersökts:

- El: Växthusgasutsläpp per levererad kWh el [g CO₂-ekv./kWh_{el}].
- Fjärrvärme: Växthusgasutsläpp per levererad kWh fjärrvärme [g CO₂-ekv./kWh_{fjärrvärme}].
- Hotell: Växthusgasutsläpp per gästnatt [kg CO₂-ekv./gästnatt] för miljömärkta respektive icke-miljömärkta hotell i Sverige och i Europa.
- Taxi: Växthusgasutsläpp per kilometer taxiresa [kg CO₂-ekv./km] och per krona [kg CO₂-ekv./SEK] i Stockholm och i Sverige.
- Mat: Växthusgasutsläpp per kilogram livsmedel [kg CO₂-ekv./kg_{livsmedel}] för kyckling, nöt, fisk, gris, potatis, ris, ägg, mjölkprodukter, frukt, grönsaker, dryck.
- Material: Växthusgasutsläpp per kilogram material [kg CO₂-ekv./kg_{material}] för jungfruligt och återvunnet aluminium, polyester och nylon.

De olika emissionsfaktorerna har valts ut för att de är intressanta när klimatpåverkan för ett företag eller en organisation ska beräknas.

I arbetet med detta examensarbete utfördes en litteraturstudie. Information samlades in genom en litteratursökning på Internet och bibliotek samt via intervjuer med sakkunniga. I arbetet med de olika områdena har bland annat forskare, branschorganisationer och företag kontaktats. Efter detta har en värdering av informationen gjorts och förslag på lämpliga beräkningsmetoder och emissionsfaktorer tagits fram.

Det finns inga exakta siffror på växthusgasutsläpp för en produkt, hur stora de beräknade växthusgasutsläppen blir beror bland annat hur det studerade systemet är definierat. Ett system definieras genom att man vid beräkningarna väljer systemgränser för vad som ska ingå till exempel i tid och rum.

Livscykelanalys är ett verktyg för att analysera hur stor miljöpåverkan en vara eller tjänst har från "vagga" till "grav". International Organization for Standardization, ISO, har publicerat standarder för hur livscykelanalyser ska utföras. I det här examensarbetet har målsättningen varit att beräkna växthusgasutsläpp för de studerade områdena utifrån ett livscykelperspektiv.

Litteraturstudien visar att klimatpåverkan för fjärrvärme, el, hotell, taxi och material kommer i huvudsak från energiförbrukningen. För mat uppstår växthusgasutsläpp dessutom från naturliga processer som koldioxid- och lustgasutsläpp från markanvändning och metanutsläpp från idisslande djur.

För klimatberäkningar för områdena el, fjärrvärme, hotell och taxi rekommenderas att beräkningarna baseras på en genomsnittlig energiförbrukning. Alla typer av energibärare bör ingå och de använda emissionsfaktorer bör ha ett livscykelperspektiv. Som ett exempel på vikten av att ha ett livscykelperspektiv för energibärare kan bibränslen nämnas. Biobränslen anses inte bidra till växthuseffekten vid förbränning eftersom de ingår i kolets naturliga kretslopp. Men om man undersöker hela livscykeln för biobränslen från produktion till förbränning så bidrar även de till växthuseffekten.

Att basera klimatberäkningar på energiförbrukning är en förenkling som underskattar de faktiska växthusgasutsläppen något. De föreslagna emissionsfaktorerna innehåller alla vissa osäkerheter som bland annat beror på datakvalité, antaganden och systemgränser. Emissionsfaktorerna kan trots detta sägas vara representativa då de bygger på bästa tillgängliga data. För mat och material rekommenderas data från livscykelinventeringar.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Inledning.....	1
1.1. Frågeställning.....	1
1.2. Avgränsningar.....	2
1.3. Bakgrund.....	2
1.3.1. Klimatberäkningar för organisationer och företag.....	2
1.3.2. Livscykelanalys och systemanalys.....	3
2. Metod.....	4
3. Resultat och diskussion.....	5
3.1. El.....	5
3.1.1. Vetenskaplig grund.....	5
3.1.2. Hur beräkna klimatpåverkan från el?.....	6
3.1.3. Rekommendation el.....	10
3.1.4. Diskussion.....	13
3.2. Fjärrvärme.....	14
3.2.1. Vetenskaplig grund.....	14
3.2.2. Hur beräkna klimatpåverkan från fjärrvärme?.....	16
3.2.3. Rekommendation.....	17
3.2.4. Diskussion.....	20
3.3. Hotell.....	20
3.3.1. Vetenskaplig grund.....	20
3.3.2. Hur beräkna klimatpåverkan från hotell?.....	23
3.3.3. Rekommendation.....	23
3.3.4. Diskussion.....	26
3.4. Taxi.....	26
3.4.1. Vetenskaplig grund.....	26
3.4.2. Hur beräkna klimatpåverkan från taxi?.....	27
3.4.3. Rekommendation.....	27
3.4.4. Diskussion.....	32
3.5. Mat.....	32
3.5.1. Vetenskaplig grund.....	32
3.5.2. Hur beräkna klimatpåverkan från mat?.....	33
3.5.3. Rekommendation.....	34
3.5.4. Diskussion.....	38
3.6. Material.....	39
3.6.1. Vetenskaplig grund.....	39
3.6.2. Hur beräkna klimatpåverkan från material?.....	40
3.6.3. Rekommendation.....	40
3.6.4. Diskussion.....	43
3.7. Övergripande diskussion.....	44
4. Slutsatser.....	46
5. Referenser.....	47
Bilaga 1 Svanens energigränsvärden för hotell och vandrarhem	
Bilaga 2 Bakgrundsdata för mat	
Bilaga 3 Beräkningsmall för växthusgasutsläpp för fjärrvärme	
Bilaga 4 Beräkningsmall för växthusgasutsläpp för el	
Bilaga 5 Tidigare studier om fjärrvärmens klimatpåverkan	
Bilaga 6 Beräknade emissionsfaktorer för hotell	

INLEDNING

Den förstärkta växthuseffekten har uppmärksammats mycket under de senaste åren. Enligt Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, är det mycket sannolikt att merparten av de observerade temperaturökningarna sedan mitten på 1900-talet beror på människans utsläpp av växthusgaser (Naturvårdsverket, 2007).

Kyotoprotokollet innebär åtaganden för de industriländer som skrivit under att minska de årliga utsläppen av växthusgaser med minst 5,2 % jämfört med 1990-års värden (Naturvårdsverket, 2010a). Den första åtagandeperioden för Kyotoprotokollet pågår från år 2008 till år 2012. Utsläppsminskningarna sker i huvudsak i de aktuella länderna, men kan även ske i andra länder genom de så kallade flexibla mekanismer som ingår i Kyotoprotokollet. Dessa omfattar handel med utsläppsrätter, Joint Implementation-projekt samt Clean Development Mechanism-projekt.

Tricorona är ett svenskt företag som arbetar med ett stort antal Clean Development Mechanism-projekt inom ramarna för Kyotoprotokollet (Tricorona, 2010). Tricorona Climate Partner är en del av Tricorona som arbetar med frivillig klimatkompensering för företag och organisationer. Tricorona erbjuder bland annat kunden att beräkna klimatpåverkan från dennes verksamhet eller produkter. För detta arbete krävs ständigt uppdaterade utsläppsfaktorer för växthusgaser. En utsläppsfaktor, eller emissionsfaktor, är en uppskattning på hur stor mängd växthusgaser som släpps ut för en tjänst eller för en produkt [kg CO₂-ekvivalenter/ funktionell enhet].

Tricorona önskar en uppdatering av de olika utsläppsfaktorer som används idag. Följande områden är aktuella för detta examensarbete: el, fjärrvärme, hotell, taxi, mat och material. Fokus ligger på tjänster och produkter som konsumeras i Sverige. I uppdraget ingår även att föreslå hur Tricorona på ett standardiserat sätt kan upprepa uppdateringen av utsläppsfaktorerna.

1.1. FRÅGESTÄLLNING

Syftet med detta examensarbete är att undersöka hur klimatpåverkan kan beräknas inom följande områden: el, fjärrvärme, hotell, taxi, mat och material. Målet är att ta fram förslag på representativa emissionsfaktorer som kan användas för bokföring av verksamhetens klimatpåverkan. Svar söks till följande frågor för alla områden:

- Hur orsakar produkten respektive tjänsten växthusgasutsläpp?
- Hur beräknar olika aktörer växthusgasutsläpp för produkten respektive tjänsten?
- Vilka för- och nackdelar har de olika beräkningsmetoderna?
- Vilka osäkerheter innebär beräkningsmetoderna?
- Hur kan klimatpåverkan beräknas på ett tillförlitligt sätt för produkten respektive tjänsten?

Följande emissionsfaktorer ska undersökas;

- El: Växthusgasutsläpp per levererad kWh el [g CO₂-ekv./kWh_{el}].
- Fjärrvärme: Växthusgasutsläpp per levererad kWh fjärrvärme [g CO₂-ekv./kWh_{fjärrvärme}].
- Hotell: Växthusgasutsläpp per gästnatt [kg CO₂-ekv./gästnatt] för miljömärkta respektive icke-miljömärkta hotell i Sverige och i Europa.

- Taxi: Växthusgasutsläpp per kilometer taxiresa [kg CO₂-ekv./km] och per krona [kg CO₂-ekv./SEK] i Stockholm och i Sverige.
- Mat: Växthusgasutsläpp per kilogram livsmedel [kg CO₂-ekv./kg_{livsmedel}] för kyckling, nöt, fisk, gris, potatis, ris, ägg, mjölkprodukter, frukt, grönsaker, dryck.
- Material: Växthusgasutsläpp per kilogram material [kg CO₂-ekv./kg_{material}] för jungfruligt och återvunnet aluminium, polyester och nylon.

För dessa emissionsfaktorer ska kalkylblad med rekommendationer för användning och uppdaterig tas fram.

1.2. AVGRÄNSNINGAR

Detta examensarbete har som syfte att undersöka hur klimatpåverkan kan beräknas för el, fjärrvärme, hotell, taxi, mat och material. Klimatberäkningarna ska vara framtagna i ett bokföringssyfte, det vill säga för att fördela ansvaret av uppkomna växthusgasutsläpp mellan olika aktörer. Klimatberäkningar som analyserar framtidsscenarier för produkten/tjänstens växthusgasutsläpp ingår alltså inte. För alla områden undersöks utsläppen av växthusgaser ur ett konsumentperspektiv. Beräknade växthusgasutsläpp ur producentperspektiv ingår inte. Med klimatpåverkan avses utsläpp av växthusgaser definierade av IPCC (2006); koldioxid (CO₂), metan (CH₄), lustgas (N₂O) samt fluorerade gaser (HFC 134a, CF₄, SF₆) (Naturvårdsverket, 2006). Dessa gaser bidrar alla till den förstärkta växthuseffekten. I rapporten används begreppet växthuseffekt synonymt med begreppet den förstärkta växthuseffekten.

1.3. BAKGRUND

1.3.1. Klimatberäkningar för organisationer och företag

Klimatberäkningar för organisationer och verksamheter kan göras på olika sätt (Foley, 2010). Det finns idag flera standarder för hur klimatberäkningar kan ske för en organisation bland annat GHG Protocol Corporate Standard, Global Reporting Initiative samt ISO 14064-1. Idag är den mest använda standarden GHG Protocol (GHG Protocol, 2010). Den är framtagen av World Resources Institute och World Business Council for Sustainable Development. Enligt GHG Protocol beräknas klimatpåverkan för ett företag inom tre olika områden, så kallade Scope. Scope 1 omfattar direkta växthusgasutsläpp från egenägda källor. I Scope 2 ingår direkta växthusgasutsläpp från inköpt el och värme. Scope 3 innehåller direkta växthusgasutsläpp från källor som inte ägs, men har använts, av företaget. GHG Protocol omfattar de växthusgaser som har definierats av IPCC (1996). GHG Protocol ger riktlinjer för hur klimatberäkningarna ska gå till och innehåller generella emissionsfaktorer för olika områden. Eftersom klimatberäkningar enligt denna standard saknar livscykelperspektiv ger de inte information om de totala växthusgasutsläppen i ett livscykelperspektiv.

IPCC har publicerat beräkningsmetoder för växthusgasutsläpp (Naturvårdsverket, 2010b). De är framtagna för nationell bokföring av växthusgaser enligt Kyotoprotokollet. IPCC: s emissionsfaktorer har inte ett livscykelperspektiv utan omfattar direkta utsläpp av växthusgaser.

För produkter kan klimatpåverkan beräknas genom livscykelanalyser enligt ISO 14000. Det finns även vissa typer livscykelanalyser där bara växthusgasutsläpp studeras, så kallade Carbon Footprint (Sundberg, 2010). Den svenska benämningen på denna typ av analys är klimatdeklaration. PAS 2050 är en brittisk standard för framtagandet av klimatdeklarationer

för produkter och tjänster (BSI, 2008) Växthusgasutsläppen analyseras utifrån ett livscykelperspektiv där utsläpp från hela tillverkningskedjan ingår. Standarden har tagits fram som en vägledning för industri och organisationer. ISO utarbetar under 2010 en standard för hur klimatdeklarationer för produkter ska tas fram och kommuniceras, ISO 14067 (PCF World Forum, 2010). Denna standard kommer till stor del att bygga på standarderna för livscykelanalys och miljövarudeklarationer.

1.3.2. Livscykelanalys och systemanalys

Eftersom verkligheten är mångfacetterad, studeras endast en del i taget av forskare (Lagerberg Fogelberg, 2008). Vid analys definieras ett system med avgränsningar i tid och rum. För resultatet av en analys spelar flera faktorer in; vilket analysverktyg som används, vilken kvalitet indata har samt vilka systemgränser som väljs. I detta examensarbete kommer informationen till största del från studier framtagna med livscykelanalys.

Livscykelanalys är en metodik som används för att bedöma en vara eller en tjänsts miljöpåverkan under dess livscykel (Baumann & Tillman, 2004). Livscykeln avser hela produktionskedjan från "vagga till grav" det vill säga från utvinning av råmaterial till avfallshantering. ISO har publicerat en serie standarder (ISO 14000) som beskriver hur arbetet med en livscykelanalys ska ske. Begreppet livscykelanalys betecknar både en livscykelmodell och en procedur för att ta fram en livscykelanalys.

En uppdelning kan göras mellan två typer av livscykelanalyser, bokförings-LCA och förändrings-LCA (Finnveden m.fl., 2009). Bokförings-LCA är jämförande och bakåtblickande, medan förändrings-LCA är jämförande och framåtblickande. De olika typerna av LCA påverkar valet av systemgränser samt andra metodval som funktionell enhet och metodik för att bedöma miljöpåverkan. I bokförings-LCA används genomsnittsdata medan man i förändrings-LCA använder marginaldata. Marginaldata beskriver hur en liten förändring påverkar ett system.

Enligt ISO 14040 ska följande fyra delar ingå i arbetet med att ta fram en livscykelanalys (Carlson & Pålsson, 2008);

- Definition av mål och omfattning. I denna fas skall målet med livscykelanalysen formuleras; varför studien ska utföras, hur den ska användas och till vem resultatet ska kommuniceras.
- Inventeringsanalys. Detta steg omfattar flera moment: konstruktion av ett flödesschema för produktsystemet, datainsamling samt beräkningar för de studerade flödena.
- Miljöpåverkansbedömning. I denna del av processen studerar man hur de olika flödena i LCI-profilen påverkar miljön och i vilken omfattning de gör det.
- Tolkning

När en livscykelanalys påbörjas väljs ett antal miljöpåverkanskategorier ut som ska studeras (Carlson & Pålsson, 2008). Det finns ett antal påverkanskategorier som är vanliga, till exempel resursanvändning, utsläpp av växthusgaser, försurning och övergödning. I detta examensarbete är potentiella växthusgasutsläpp intressanta. I en livscykelanalys relateras miljöpåverkan till en vara eller tjänsts funktion, detta möjliggör jämförelser mellan olika typer av produkter. Funktionen mäts kvantitativt i studien med en så kallad funktionell enhet. För transporter kan en funktionell enhet exempelvis vara personkilometer.

Livscykelanalyser är uppbyggda för att studera en vara, problem kan uppstå då flera produkter

produceras samtidigt i en process (Baumann & Tillman, 2004). Hur ska då miljöpåverkan fördelas mellan de olika produkterna? Detta kallas för ett allokeringsproblem. Det finns i två olika sätt att lösa ett allokeringsproblem; genom systemexpansion eller genom allokering, uppdelning, av utsläppen. Enligt ISO-14040 ska allokering undvikas när så är möjligt. Istället ska en systemexpansion göras. Om detta inte är möjligt ska en allokering av utsläppen göras enligt bakomliggande fysiska principer i systemet. Allokering är aktuellt för flera av de studerade områdena i detta examensarbete. Som ett exempel för områdena el och fjärrvärme kan kraftvärme nämnas. I ett kraftvärmeverk produceras el och fjärrvärme samtidigt. Vid klimatberäkningar för dessa produkter måste en allokering göras av de insatta bränslena. De finns olika metoder att göra detta på, för mer information se avsnitt 3.2.2.

Vid tolkning av livscykelanalyser finns det ett antal metodval som man ska vara uppmärksam på: definitionen av funktionell enhet, systemgränser (bland annat tid och rum) och allokeringsmetod, typ av data som använts samt metodik för miljöpåverkansbedömning (Baumann & Tillman, 2004).

Livscykelanalys är en relativt ung vetenskap och det pågår kontinuerligt en metodutveckling (Finnveden m.fl., 2009). I livscykelanalyser ingår inte de sociala eller de ekonomiska aspekterna av hållbar utveckling. En livscykelanalys analyserar potentiell miljöpåverkan från en produkts livscykel. Den är dock inte platspecifik, och ger inte information om var utsläppen kommer att ske.

För att kunna jämföra total miljöpåverkan för olika energislag, till exempel el och värme, rekommenderar flera studier (Engström m.fl., 2009) att man använder ett primärenergiperspektiv, en annan benämning på livscykelperspektiv. Detta innebär att man undersöker hur mycket primärenergi som har förbrukats för tillverkning av en produkt. Med primärenergiförbrukning avses den totala energiåtgången i hela energislagets livscykel, från utvinning, förädling, transport och distributionsförluster. I fallet med el och värme kräver 1 kWh el mer primärenergi än 1 kWh värme. Primärenergifaktorer finns publicerade av till exempel Engström m.fl.(2009). Primärenergiperspektivet rekommenderas i detta examensarbete både för klimatberäkningar för el (avsnitt 3.1.3) och för fjärrvärme (avsnitt 3.2.3).

2. METOD

Grunden för detta examensarbete är en litteraturstudie. Information har sökts på Internet, framförallt via den öppna databasen Google och den vetenskapliga databasen Scopus. Litteratur har även sökts på bibliotek. Intervjuer har gjorts med ett antal sakkunniga inom respektive område. Bland de kontaktade aktörerna finns forskare, företag, branschorganisationer och myndigheter. För mer detaljerad information om vilka som har kontaktats, se nedan. Frågor har ställts både via telefon och via mail. Efter litteratursökningen har en sammanställning och värdering gjorts av den information som framkommit. Baserat på detta har förslag på lämpliga beräkningsmetoder för respektive område utformats. Emissionsfaktorer har sedan beräknats i Excel. För områdena el och fjärrvärme har beräkningsmallar som underlättar uppdatering av emissionsfaktorerna tagits fram, se Bilaga 3 och 4.

I arbetet med alla områden har Cecilia Sundberg, Institutionen för energi och teknik, Sveriges lantbruksuniversitet, och Erika Ågren, Tricorona Climate Partner, bidragit med värdefull information.

För el togs kontakter med Svensk Energi och Energimyndigheten.

I arbetet med fjärrvärme har följande aktörer kontaktats; Naturvårdsverket, Energimyndigheten, Statistiska centralbyrån, KTH, Folksam, Svensk Fjärrvärme, Telge Energi, Söderenergi, Norrenergi och Mölndal Energi.

Under arbetet med hotell kontaktades Sveriges Hotell- och restaurangföretagare, Svanen (Miljömärkning Sverige), Scandic, Choice Hotels, Best Western Hotels och Elite Hotels.

För taxi har kontakter tagits med: Taxi 020, Transfer Taxi, Taxi Stockholm, Taxi Kurir, Uppsala Taxi, Taxi Gävle, Taxiförbundet, Transportstyrelsen, Swedavia, Europark och Konsumentverket.

Under arbetet med mat fanns det möjlighet att delta i ett seminarium på temat Klimatmärkning av mat. Seminariet hölls den 15 juni 2010 och arrangerades av KRAV, Svenskt Sigill och LRF. Bland talarna fanns forskare och företrädare för livsmedelsbranschen. Elin Röö, doktorand på Institutionen för energi och teknik, Sveriges Lantbruksuniversitet, kontaktades i arbetet med detta kapitel.

I arbetet med material har kontakter tagits med Textilhögskolan i Borås, IFP Research, Svenska Naturskyddsföreningen, Mipan och Unifi. De två sistnämnda är företag som tillverkar nylon och polyester av återvunnet material.

3. RESULTAT OCH DISKUSSION

3.1. EL

3.1.1. Vetenskaplig grund

I ett livscykelperspektiv genererar all elanvändning någon form av klimatpåverkan (Uppenberg m.fl., 2001). Hur stor klimatpåverkan blir beror på vilken typ av elproduktionsteknik som används. Direkta utsläpp av växthusgaser uppstår vid förbränning av fossila bränslen. Indirekta utsläpp av växthusgaser sker vid produktion och distribution av bränslen samt byggande av anläggningar.

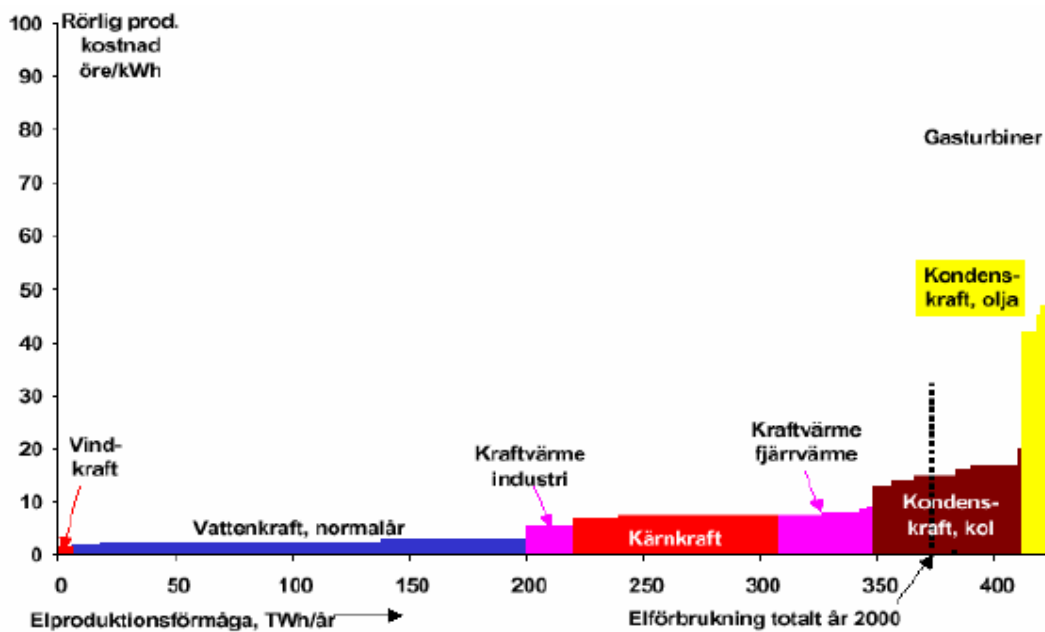
Elproduktion kan ske på en rad olika sätt. I Sverige år 2008 stod vattenkraft för 47 %, och kärnkraft för 42 % av produktionen (Energimyndigheten, 2009). Biobränsle- och fossilbränslebaserad produktion samt vindkraft stod för resterande 11 %. Den el som produceras i Sverige säljs på den gemensamma nordiska elbörsen, Nord Pool. Från den nordiska elmarknaden sker en viss import/export till den europeiska elmarknaden. Den el som konsumenterna köper i Sverige kommer från den nordiska elmarknaden.

Elsystemet i Norden består av (Gode m.fl., 2009):

- Baskraft (vattenkraft, kärnkraft samt elproduktion från förbränningsanläggningar)
- Reglerkraft (vattenkraft)
- Icke-reglerbar kraft (vindkraft)

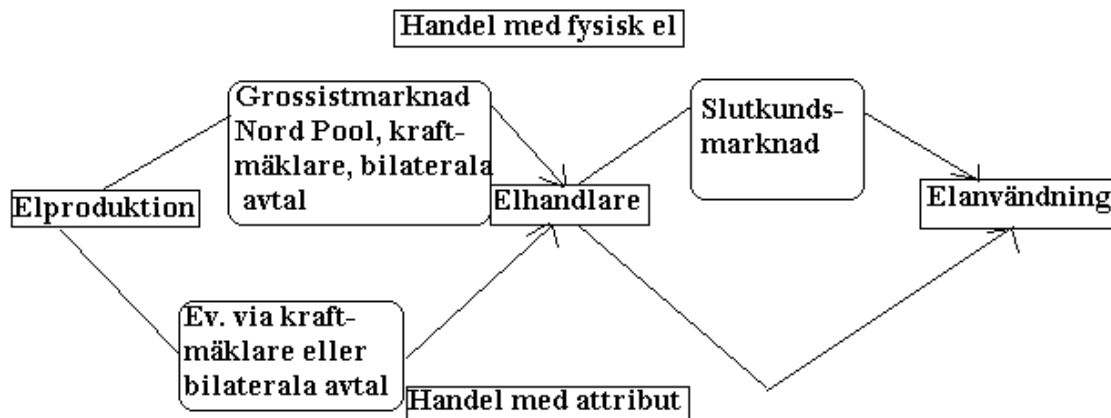
I huvudsak är det de billigaste sätten att producera el på som utgör baskraften i Norden (Gode m.fl., 2009). De dyraste anläggningarna är de som startas när efterfrågan på el ökar. Detta kallas för driftsmarginal. I Figur 1 syns ungefärliga kostnader för olika typer av elproduktion

(Energimyndigheten, 2005).



Figur 1 Driftsmarginal för den nordiska elmarknaden Källa: Energimyndigheten (2005)

Den nordiska elmarknaden är komplex, en handel sker både med den fysiska elen samt med dess attribut, se Figur 2 (efter Gode m.fl., 2009). Attribut är egenskaper hos elen, till exempel att den är producerad med vindkraft. Den fysiska elen kan säljas separat från sina egenskaper. En elleverantör kan alltså köpa in fysisk el från ett håll och attribut från ett annat och på detta sätt skapa en elprodukt. Bra Miljöval-el är ett exempel på en sådan produkt.



Figur 2 Schematisk bild över elmarknaden i Norden Källa: Gode m.fl. 2009

3.1.2. Hur beräkna klimatpåverkan från el?

Det finns flera olika sätt som används för att beräkna klimatpåverkan från elanvändning (Gode m.fl., 2009). Beroende på vilka antaganden som görs kan de beräknade emissionsfaktorerna variera med en faktor 100. Som exempel kan nämnas vindkraft som har

en emissionsfaktor på cirka 10 g CO₂-ekv./kWh och kolkondens som har en emissionsfaktor på cirka 1000 g CO₂-ekv./kWh (Gode m.fl., 2009).

I ett kraftvärmeverk produceras både el och värme samtidigt (Werner & Frederiksen, 2009). Det finns olika sätt att dela upp, allokera, bränsleanvändningen mellan el- respektive fjärrvärmeproduktionen. I avsnitt 3.2.2 presenteras tre olika allokeringmetoder närmare.

För att kunna beräkna hur stora utsläpp av växthusgaser som är associerade med en viss elanvändning behöver man definiera hur och var den el som används har producerats (Engström m.fl., 2009). Det finns i huvudsak tre olika betraktelsesätt för detta:

- *Medelel*. Med detta synsätt anses den använda elen motsvara den årliga produktionsmixen inom ett geografiskt område.
- *Produktionsspecifik el och restmix el*. Den mängd el som används av kunder som gjort ett aktivt val, till exempel Bra Miljöval, anses ha de egenskaper som kunden efterfrågar. Dessa egenskaper "reserveras" då till denna el vilket gör att konsumenter som inte har gjort ett aktivt val anses få en el som består av den resterande elmixen.
- *Marginal el*. Detta perspektiv används för att beräkna växthusgasutsläpp från den elproduktion som tillkommer eller försvinner (driftsmarginalen), under ett år, vid en förändrad efterfrågan på el.

Vilket perspektiv som väljs blir avgörande för resultatet av beräkningarna.

Marginalperspektivet bör användas vid beräkningar av växthusgasutsläpp orsakade av en förändrad elanvändning (Engström m.fl., 2009). I detta examensarbete är målet att utföra beräkningar utifrån ett bokföringsperspektiv, inte ett förändringsperspektiv, vilket gör att marginalet inte kommer att utredas närmare. Nedan följer en kort presentation av medelel och produktionsspecifik el samt aktörer som använder sig av dessa perspektiv.

Medelel

Beräkningar av medelel bygger på statistik för elproduktion för ett givet år. Olika geografiska systemgränser kan väljas: Sverige, Norden eller Europa. Enligt flera studier beskriver nordisk elmix verkligheten i Sverige på bästa sätt (Engström m.fl., 2009).

KTH har tagit fram *Statistikdatablad emissionsfaktorer* (KTH, 2008) som används vid klimatberäkningar av bland annat KTH och Miljöförvaltningen i Stockholm (Johansson, 2010). Där beräknas klimatpåverkan från el utifrån ett nordiskt perspektiv. Beräkningarna baseras på årlig statistik, från Nordel, om elproduktion per insatt bränsle samt elkonsumtion i Norden. Baserat på andelen insatta bränslen beräknas de totala växthusgasutsläppen med hjälp av emissionsfaktorer för energibärare (Fahlberg, 2010). Växthusgasutsläppen per levererad kWh el fås genom att de totala utsläppen divideras med elkonsumtionen i Norden.

De emissionsfaktorer för energibärare som KTH använder vid beräkningarna återfinns i Tabell 1. Emissionsfaktorerna grundar sig på Naturvårdsverkets/IPCC: s emissionsfaktorer (Naturvårdsverket, 2006) samt IVL: s *Miljöfaktabok för bränslen* (Uppenberg m.fl., 2001). De totala växthusgasutsläppen anges för varje energibärare i g CO₂-ekv./kWh bränsle. Utsläppen delas upp i två kategorier; utsläpp vid förbränning (Naturvårdsverket, 2006) samt utsläpp vid produktion och distribution (Uppenberg m.fl., 2001). Vattenkraft, vindkraft, kärnkraft samt biobränsle antas inte bidra till växthuseffekten under förbränningsfasen. Emissionsfaktorerna är baserade på livscykelanalyser och omfattar hela energislagets livscykel. I Tabell 1 ses även emissionsfaktorer för energibärare som används bland annat vid fjärrvärmeproduktion (avsnitt 3.2.3.) och vid uppvärmning av hotell (avsnitt 3.3.3.).

Tabell 1 Emissionsfaktorer med livscykelperspektiv för energibärare och kraftslag från Statistikblad emissionsfaktorer, KTH (2008). KTH har i sina beräkningar hämtat information från Uppenberg m.fl. (2001) samt Naturvårdsverket (2006)

	Enhet	Totala utsläpp				Förbränning			Påslag för produktion		
		CO ₂ -ekv.	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Kärnkraft	[g/kWh]	12,1	11,2	0	0	0	0	0	11,2	0	0
Stenkol, brunkol	[g/kWh]	452,1	346,3	4,0	0,1	334,8	0	0,1	11,5	4,0	
Eldningsolja 1	[g/kWh]	293,6	288,6	0,1	0	267,3	0	0	21,2	0,1	0
Eldningsolja 2 – 5	[g/kWh]	304,0	295,6	0,1	0	274,3	0	0	21,2	0,1	0
Torv	[g/kWh]	387,6	390,6	-0,6	0	386,3	0,1	0	4,3	-0,7	0
Naturgas	[g/kWh]	222,2	218,9	0	0	203,4	0	0	15,5	0	0
Vattenkraft	[g/kWh]	5,2	5,0	0	0	0	0	0	5	0	0
Vindkraft	[g/kWh]	6,6	6,5	0	0	0	0	0	6,5	0	0
Trädbränsle	[g/kWh]	10,8	10,8	0	0	0	0	0	10,8		
Avfall	[g/kWh]	102,5	95,4	0	0	90	0	0	5,4	0	0
Bioolja/RME	[g/kWh]	109,9	32,5	0,1	0,2	0	0	0	32,5	0,1	0,2
Tallbecksolja	[g/kWh]	79,7	79,2	0	0	0	0	0	79,2	0	0
Gasol	[g/kWh]	247,60	245,2	0	0	234,4	0	0	10,8	0	0
Gas/Diesel olja	[g/kWh]	269,70	267,3	0	0	267,3	0	0	0	0	0
Stadsgas	[g/kWh]	281,30	279,0	0	0	279,0	0	0	0	0	0
Bensin	[g/kWh]	285,40	280,4	0,1	0	261,4	0,1	0	19,1	0	0

Svensk Energi beräknar i *Vägledning angående ursprungsmärkning av el* koldioxidutsläpp från fossila bränslen för en nordisk elmix (Svensk Energi, 2010). De baserar sina beräkningar på information om insatta bränslen från Nordel. Vid beräkningarna använder sig Svensk Energi av emissionsfaktorer från Naturvårdsverket/IPCC (Naturvårdsverket, 2006; Sjöbohm, 2010).

Produktionsspecifik el och restmixel

Vindkraftsel och Bra Miljöval-el är exempel på produktionsspecifik el (Engström m.fl., 2009). Med produktionsspecifik menas den el som en kund avtalat med sin elleverantör om att få. Vid beräkningar av växthusgasutsläpp enligt denna metod antas de kunder som gjort aktiva val få el med de efterfrågade egenskaperna. De kunder som inte har gjort några aktiva val antas få en restmix bestående av den el som ej sålts som produktionsspecifik el.

Sedan år 2006 ställer EU: s elmarknadsdirektiv krav på elleverantörerna att de ska ursprungsmärka all el (Engström m.fl., 2009). Detta innebär att de ska informera sina kunder om vilka energikällor som använts, hur stora CO₂-utsläpp de orsakat (vid förbränning) samt hur mycket kärnbränsleavfall som uppkommit. Energikällorna ska redovisas i minst tre kategorier; förnybart, fossilt och kärnkraft. I Sverige finns det ännu inte något nationellt regelverk för hur ursprungsmärkning av el ska ske.

Svensk Energi publicerar varje år en vägledning kring ursprungsmärkning av el (Svensk Energi, 2010). Avsikten med publikationen är att den ska kunna vara ett stöd för elleverantörer när de ska ta fram information till sina kunder om elens ursprung. Enligt Svensk Energi ska vägledningen även kunna användas som grund för klimatberäkningar för el även för företag och privatpersoner.

Många transaktioner sker då el handlas på börsen, se även avsnitt 3.1.1, vilket gör det svårt för elleverantörerna att uppge all els ursprung (Gode, 2009). Lösningen på detta är att man anger ursprunget för en restmix av el. Svensk Energi tar årligen fram siffror för hur en nordisk restmix av el har producerats. Svensk Energi beräknade tidigare restmixen utifrån data från Nordel, Grexel samt elhandelsföretag (Svensk Energi, 2009). Sedan år 2010 beräknas restmixen utifrån data från Nordel samt med hjälp av en modell för elhandel i Europa, EPED (Svensk Energi, 2010). Den nordiska elmixen korrigeras i dessa beräkningar för import/export av el, handel med miljövärderad el och bilaterala avtal.

Med data från Svensk Energi kan en emissionsfaktor för restmixel beräknas genom att emissionsfaktorn för den el som producerats av fossila bränslen multipliceras med andelen fossila bränslen i restmixen (Svensk Energi, 2010). Den beräknade emissionsfaktorn omfattar då endast fossila bränslen och har inte ett livscykelperspektiv.

Enligt bland annat Gode m.fl. (2009) är systemet med ursprungsmärkning av el ej tillförlitligt i Sverige idag då en dubbelräkning av elens miljövärden kan ske. Detta innebär att el som sålts som ursprungsmärkt el inte räknas av från restmixen av el och då räknas två gånger. Anledningen till att detta kan ske är att de olika nordiska länderna redovisar handel med miljövärderad el på olika sätt.

Gode m.fl. (2009) diskuterar frågan om köp av förnybar el har en positiv miljöeffekt. Enligt dem innebär köp av produktionsspecifik el att kunden betalar enbart för attributet av elen, se även avsnitt 3.1.1, men att den fysiska elen vanligtvis skulle ha producerats ändå även om kunden inte gjort detta aktiva val. Detta innebär att köpet av förnybar el i de flesta fall inte

innebär någon reell miljöförbättring eller påverkan på elsystemets utformning. Dock nämns två undantag som har vissa positiva miljöeffekter: köp av andelar i vindkraftskooperativ som bygger ny vindkraft samt delvis Bra Miljöval-el.

3.1.3. Rekommendation el

Eftersom el produceras med en blandning av olika metoder, med mycket stor skillnad i växthusgasutsläpp, så är det komplicerat att beräkna klimatpåverkan från el. Vilket perspektiv som väljs för att beräkna klimatpåverkan från el blir avgörande för resultatet. Enligt de allra flesta forskare rekommenderas nordisk elmix för miljövärdering av el i bokföringssammanhang (Gode m.fl., 2009). Detta gör att beräkningar av elens klimatpåverkan i första hand bör ske med denna metod. I det följande presenteras dock även beräkningar baserade på produktions-specifik el och en restmix av el. Utgångspunkten för båda förslagen är att elens klimatpåverkan beräknas utifrån insatta bränslen samt emissionsfaktorer för bränslen med ett livscykelperspektiv. Som systemgräns har Norden valts. Beräkningarna för nordisk elmix och för restmix följer samma upplägg. Skillnaden mellan dessa två är de indata från Svensk Energi som används. I Bilaga 4 återfinns en beräkningsmall för nordisk elmix och restmix.

För bokföringssyfte bör beräknade emissionsfaktorer för el för det aktuella året användas om grunddata finns att tillgå. Om inte denna information finns tillgänglig kan ett medelvärde för de senaste åren användas, detta för att växthusgasutsläpp varierar mycket från år till år (Tabell 2). När utsläpp från el används i andra klimatberäkningar, till exempel växthusgasutsläpp per gästnatt på hotell kan medelvärden för växthusgasutsläpp från el de senaste åren användas.

Metod för beräkningarna

För att kunna beräkna växthusgasutsläpp från elproduktionen i Norden behövs information om hur elen har producerats. Denna information kan hämtas från Svensk Energis *Vägledning angående ursprungsmärkning av el* som publiceras årligen på deras hemsida <http://svenskenergi.se/sv/>. Svensk Energi redovisar i sin rapport andel el producerad av fossila energikällor, förnybara energikällor och kärnkraft. Detta görs både för nordisk elmix och restmix. Avfall ingår här i kategorin fossilt. Svensk Energi har hämtat sin information från Nordel. Från *Vägledning angående ursprungsmärkning av el* hämtas även en beräknad emissionsfaktor för el producerad av fossila bränslen.

Som nämnts i avsnitt 3.1.2 beräknar Svensk Energi en emissionsfaktor för nordisk elmix. De redovisar även ett sätt att beräkna en emissionsfaktor för restmix. Dessa emissionsfaktorer har dock inte ett livscykelperspektiv och omfattar endast koldioxidutsläpp. Beräkningarna är endast baserade på utsläppen från förbränning av fossila bränslen. Det är alltså inte lämpligt att använda dessa emissionsfaktorer i bokföringssyfte där ett livscykelperspektiv efterfrågas. Dock kan data från Svensk Energi användas som grund för beräkningar av emissionsfaktorer, med livscykelperspektiv, för nordisk elmix och restmix.

För att kunna göra detta behöver några antaganden göras;

- Emissionsfaktorn för el producerad av fossila bränslen omfattar endast förbränningsfasen, ett påslag behöver göras för produktion och distribution av bränslena. Livscykelanalyser för fossilt producerad el har visat på att ungefär 7-10 % den totala klimatpåverkan kommer ifrån produktionsfasen av bränslena (Uppenberg m.fl., 2001). Därför bör alltså ett tillägg på 10 % göras till emissionsfaktorn för el producerad av fossila bränslen. Detta görs genom att emissionsfaktorn som Svensk Energi anger divideras med 0,9.

- De övriga energikällorna Kärnkraft och Förnybart orsakar, även de, utsläpp av växthusgaser i ett livscykelperspektiv. För att beräkna utsläppen från el producerad av kärnkraft används emissionsfaktorn för denna från Tabell 1 (KTH, 2008). Förnybar elproduktion består i huvudsak av vattenkraft och en mindre del vindkraft. I följande beräkningar används för Förnybart emissionsfaktorn för el producerad av vattenkraft från Tabell 1 (KTH, 2008).

Med ovanstående antaganden kan en sammanvägd emissionsfaktor för nordisk elmix respektive restmix beräknas. Emissionsfaktorn för kärnkraftsel viktas med andelen kärnkraft det aktuella året. Samma sak görs för emissionsfaktorerna för el producerad av förnybara energikällor och fossilt bränsle. Sedan summeras de beräknade emissionsfaktorerna till en total emissionsfaktor för nordisk elmix respektive restmix.

Medelel

Enligt flera studier beskriver nordisk elmix verkligheten i Sverige på bästa sätt i bokföringssammanhang (Engström m.fl., 2009). Som indata till beräkningarna för nordisk elmix används data från Svensk Energis *Vägledning angående ursprungsmärkning av el*. Från Bilaga 2, Tabell 2 *Elproduktion inkl. netto import/export* hämtas information om andelen fossilt, förnybart och kärnkraft [%]. Från Tabell 2 *Utsläpp koldioxid, i förhållande till fossilproduktion* hämtas Svensk Energis beräknade emissionsfaktor för el producerad av fossila bränslen [g CO₂/kWh].

I Tabell 2 ses de beräknade emissionsfaktorerna för nordisk elmix för år 2005-2009. För år 2009 är den beräknade emissionsfaktorn 102,1 gCO₂-ekv./kWh. Som synes varierar utsläppen mycket mellan åren. Utsläppen från nordisk elmix beror framförallt på hur stor tillgång det har varit på vatten till vattenkraftsproduktion, år med riklig nederbörd resulterar i lägre utsläpp per använd kWh el. Torra år importerar el, framförallt producerad med fossila bränslen från Europa, vilket resulterar i högre utsläpp. Medelvärdet för de beräknade emissionsfaktorerna för nordisk elmix år 2005-2009 är 103,5 g CO₂-ekv./kWh.

Tabell 2 Beräkning av emissionsfaktorer för nordisk elmix år 2005-2009. Indata från: Svensk Energi (2010) och KTH (2008)

	Enhet	2005	2006	2007	2008	2009
Andel Förnybart	[%]	63,3	56,1	60,9	64,5	62,4
Emissionsfaktor						
Förnybart producerad el	[g CO ₂ -ekv./kWh]	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
Andel Kärnkraft	[%]	23,2	22,4	21,8	21,0	19,5
Emissionsfaktor						
Kärnkraftsproducerad el	[g CO ₂ -ekv./kWh]	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
Andel Fossilt	[%]	13,5	21,5	17,3	14,5	18,1
Emissionsfaktor Fossilt producerad el, ej LCA	[g CO ₂ /kWh]	460,0	570,0	560,0	490,0	480,0
Emissionsfaktor Fossilt producerad el, med LCA (10% påslag för prod.)	[g CO ₂ -ekv./kWh]	511,1	633,3	622,2	544,4	533,3
Beräknad Total emissionsfaktor nordisk elmix	[g CO ₂ -ekv./kWh]	75,1	141,8	113,4	84,8	102,1

Produktionsspecifik el och restmixel

Enligt detta perspektiv görs antagandet att de kunder som gjort ett avtal med sin elleverantör om produktionsspecifik el får denna typ av el. Vid klimatberäkningarna för elanvändning används då de aktuella emissionsfaktorerna för den aktuella typen av el (Tabell 1). Om kunden har avtalat om Bra Miljöval-el görs antagandet att emissionsfaktorn för vattenkraft (5,2 g CO₂-ekv./kWh) kan användas (KTH, 2008).

För de kunder som inte gjort ett aktivt val av el används en emissionsfaktor för restmixel. Som indata till beräkningarna för restmixel används data från Svensk Energis *Vägledning angående ursprungsmärkning av el*. Från Bilaga 2, Tabell 2 *Elmix (korrigerad för miljövärderad el)* hämtas information om andelen fossilt, förnybart och kärnkraft [%]. Från Tabell 2 *Utsläpp koldioxid, i förhållande till fossilproduktion* hämtas Svensk Energis beräknade emissionsfaktor för el producerad av fossila bränslen [g CO₂/kWh]. I Tabell 3 presenteras de beräknade emissionsfaktorerna för restmixel år 2005-2009. För år 2009 är den beräknade emissionsfaktorn för restmixel 210 g CO₂-ekv./kWh. Medelvärdet för de beräknade emissionsfaktorerna för restmixel år 2005-2009 är 150,3 g CO₂-ekv./kWh.

Tabell 3 Beräkning av emissionsfaktor för restmixel år 2005-2009. Indata från: Svensk Energi (2010) samt KTH (2008).

	Enhet	2005	2006	2007	2008	2009
Andel Förnybart	[%]	58,4	52,6	58,3	59,9	40,9
Emissionsfaktor Förnybart producerad el	[g CO ₂ -ekv./kWh]	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
Andel Kärnkraft	[%]	26,3	18,8	19,7	17,5	20,5
Emissionsfaktor Kärnkraftsproducerad el	[g CO ₂ -ekv./kWh]	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
Andel Fossilt	[%]	15,3	28,6	22,0	22,6	38,6
Emissionsfaktor Fossilt producerad el, ej LCA	[g CO ₂ /kWh]	460,0	570,0	560,0	490,0	480,0
Emissionsfaktor Fossilt producerad el, med LCA (10% påslag för prod.)	[g CO ₂ -ekv./kWh]	511,1	633,3	622,2	544,4	533,3
Beräknad Total emissionsfaktor restmixel	[g CO ₂ -ekv./kWh]	84,4	186,1	142,3	128,3	210,5

Uppdatering av emissionsfaktor för el

Emissionsfaktorerna bör uppdateras årligen. För att uppdatera emissionsfaktorerna för nordisk elmix och restmixel hämtas Svensk Energis *Vägledning angående ursprungsmärkning av el*. Finns att ladda ned på <http://svenskenergi.se/sv/>.

IVL arbetar just nu med att uppdatera *Miljöfaktabok för bränslen*, resultatet publiceras troligtvis hösten 2010. När nya emissionsfaktorer för bränslen och energislag finns publicerade av IVL bör de användas i fortsatta klimatberäkningar för el.

3.1.4. Diskussion

Det finns flera sätt att betrakta elmarknaden. Ett perspektiv behöver väljas för att göra beräkningarna. I denna text har två alternativ presenterats: nordisk elmix och restmix. Valet av metod får stort genomslag för resultatet. För år 2009 var den beräknade emissionsfaktorn för nordisk elmix 102,1 g CO₂-ekv./kWh, för restmixel var den 210,5 g CO₂-ekv./kWh. Målet bör vara att använda en emissionsfaktor för el som man bedömer kan ge en så rättvis bild som möjligt av den använda elen, samt att hela tiden ha ett livscykelperspektiv.

De två presenterade beräkningsmetoderna nordisk elmix och restmix har båda styrkor och svagheter. Den beräknade emissionsfaktorn för nordisk elmix ger en bra uppskattning för utsläppen i genomsnitt. Den rekommenderas i flera studier (KTH, 2008; Engström m.fl., 2009). Dock ger den ingen fördel för kunder som gjort aktiva val och köpt produktionsspecifik el. Den beräknade emissionsfaktorn för restmixel tar hänsyn till de kunder som gjort aktiva val med sin elleverantör. Problemet idag är att Norden saknar ett gemensamt system för att förhindra dubbelräkning av produktionsspecifik el (Engström m.fl., 2009). Detta gör att aktörer som IVL kritiserar detta sätt att beräkna elens klimatpåverkan (Engström m.fl., 2009). Även nationalekonomerna Broberg & Brännlund (2010) är kritiska. De skriver i en debattartikel i DN att elkonsumenter blir lurade att tro att deras köp av grön el minskar deras klimatpåverkan.

De beräknade emissionsfaktorerna för nordisk elmix respektive restmixel är uppskattningar som bygger på bästa tillgängliga data om andelen fossilt, förnybart och kärnkraft i

elproduktionen. Mer noggrant beräknade emissionsfaktorer skulle fås om statistik för insatta bränslen för elproduktion i Norden funnits tillgängliga. Denna typ av statistik finns dock inte redovisad offentligt idag (Sjöbohm, 2010). Om beräkningarna av växthusgasutsläpp för el hade baserats på insatta bränslen för elproduktion skulle de allokeringmetoder som elproducenterna använder för att fördela insatta bränslen mellan fjärrvärme och el i kraftvärmeverk ha haft betydelse.

Vilka emissionsfaktorer för de olika typerna av el (kärnkraft, förnybar och fossil) som används vid beräkningarna får stor betydelse för resultatet. I ovanstående beräkningar antas förnybara energikällor vara synonyma med vattenkraft, vilket inte är fallet även om vattenkraften står för den största andelen. Svensk Energi har inte redovisat hur de kommit fram till emissionsfaktorn för el producerad av fossila bränslen. Detta medför en osäkerhet till beräkningarna. Emissionsfaktorn för nordisk elmix har en högre tillförlitlighet än emissionsfaktorn för restmix el. Detta beror på redovisningen av andelen förnybart, kärnkraft och fossilt för restmixel innehåller ett visst mått av osäkerhet då en viss dubbelräkning av förnybar el kan ha skett.

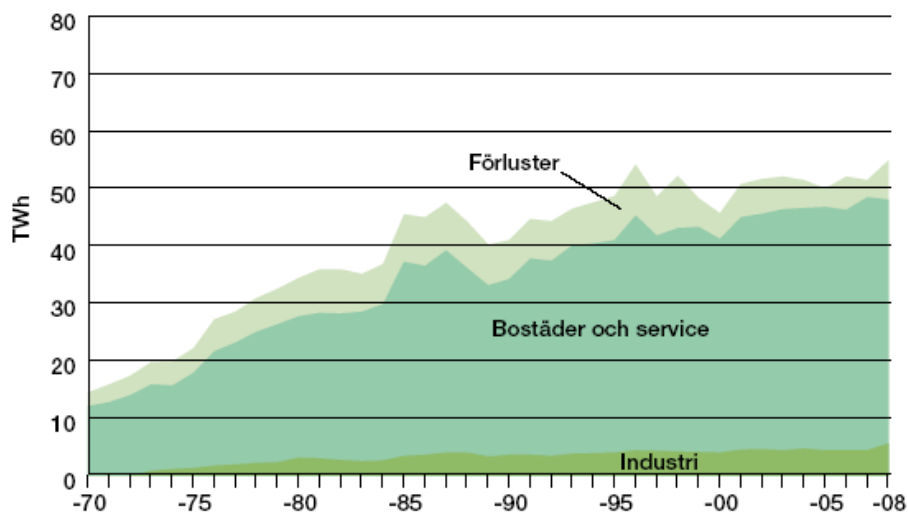
Om endast ett sätt att beräkna klimatpåverkan från använd el ska väljas är nordisk elmix att föredra, då flera forskare (Gode m.fl., 2009; Engström m.fl., 2009) rekommenderar detta sätt för bokföring av el. Med emissionsfaktorn för nordisk elmix används samma emissionsfaktor för alla kunder, även för de som har avtal om produktionsspecifik el. Som elkonsument är det svårt att acceptera att köp av förnybar el inte resulterar i positiva miljöeffekter. I dagens läge med en komplex elmarknad är det dock än så länge alltför osäkert att beräkna utsläpp från el baserat på handeln med dess attribut (Gode m.fl., 2009).

3.2. FJÄRRVÄRME

3.2.1. Vetenskaplig grund

Det finns många källor till utsläpp av växthusgaser för fjärrvärmeproduktion (Svensk Fjärrvärme, 2003). Fjärrvärmesystemet består av flera delsystem: byggnaden där produktionen sker, distributionssystemet för fjärrvärme samt bränslena och energibärarna som används. Alla dessa delsystem har påverkan på klimatet genom sina livscyklar. Fjärrvärmeproduktionens största klimatpåverkan kommer från dess förbränning av bränslen (Svensk Fjärrvärme, 2003). Olika typer av bränslen ger olika stora utsläpp av växthusgaser. Biobränslen antas vid förbränning inte öka andelen växthusgaser i atmosfären (KTH, 2008). Alla typer av bränslen orsakar indirekta utsläpp av växthusgaser under produktions- och distributionsfasen i bränslekedjan. El som används som energibärare vid fjärrvärmeproduktion (direkt eller för att driva värmepumpar) har orsakat växthusgasutsläpp vid produktion.

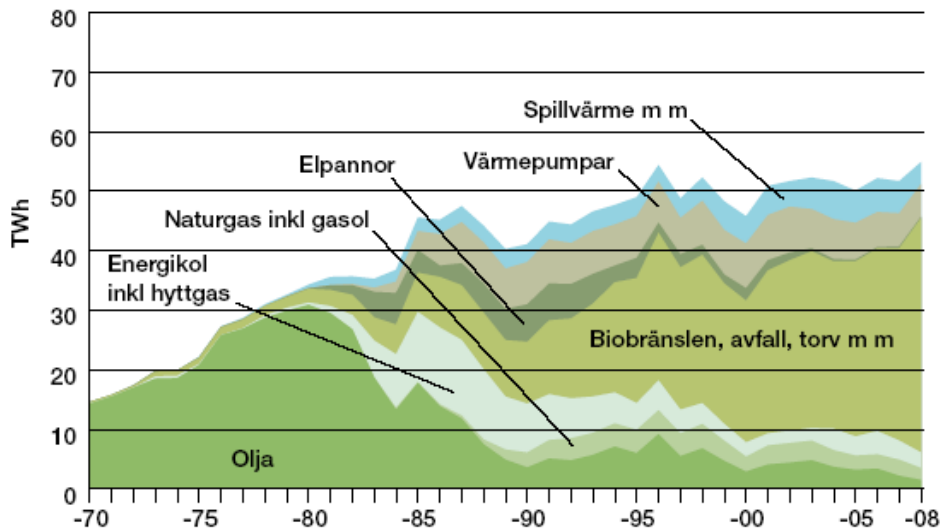
Under år 2008 levererades cirka 48 TWh fjärrvärme i Sverige (Energimyndigheten, 2009). Av denna fjärrvärme användes cirka 60 % i bostäder, 30 % i lokaler och 10 % i industrin. Sedan 1970-talet har fjärrvärmeproduktionen stadigt ökat, se Figur 3. Fjärrvärmerna har varit energipolitiskt gynnad under den senare delen av 1900-talet och början på 2000-talet.



Figur 3 Fjärrvärmeproduktion i Sverige år 1970-2008 Källa: Energimyndigheten (2009)

Produktionsanläggningar som producerar förbränningsvärme är dominerande inom fjärrvärmeproduktionen i Sverige (Werner & Frederiksen, 2009). Till dessa hör värmeverk och kraftvärmeverk. I ett värmeverk produceras enbart hetvatten. Ett kraftvärmeverk producerar el och överskottsvärmen tas till vara och blir fjärrvärme.

I ett fjärrvärmenät finns ofta olika typer av produktionsanläggningar: man har en kombination av spetslast- och baslastanläggningar för att få lägsta möjliga kostnad (Werner & Frederiksen, 2009). Olika energikällor används vid fjärrvärmeproduktion (Figur 4). Typen av tillförda energikällor inom fjärrvärmesektorn har förändrats mycket genom åren, från 1970-talet då oljan hade en dominerande roll tills idag då biobränslen utgör den största delen av den tillförda energin (Energimyndigheten, 2009). År 1991 infördes en koldioxidskatt vilket gynnade användningen av biobränslen. Under år 2008 ökade användningen av biobränslen kraftigt.



Figur 4 Tillförd energi för fjärrvärmeproduktion i Sverige år 1970-2008 Källa: Energimyndigheten (2009)

3.2.2. Hur beräkna klimatpåverkan från fjärrvärme?

Inom fjärrvärmebranschen och vetenskapen pågår just nu en diskussion kring hur man kan beräkna fjärrvärmens klimatpåverkan (Gustafsson, 2010). Klimatpåverkan från fjärrvärme beräknas alltid baserat på de insatta bränslena som används vid fjärrvärmeproduktion (KTH, 2008; Folksam, 2009; Wahlström & Olsson-Jonsson, 2002). Under litteraturstudien har det framkommit två olika sätt som detta kan göras på:

- Beräkningar av växthusgasutsläpp baserat på alla insatta bränslen i fjärrvärmeproduktionen samt emissionsfaktorer för energibärare med livscykelperspektiv. KTH (2008), Folksam (2009), Wahlström & Olsson-Jonsson (2002) samt Svensk Fjärrvärme (2009) har alla beräknat utsläpp enligt detta sätt. Detta sätt att beräkna växthusgasutsläpp från fjärrvärme rekommenderas i detta examensarbete, se avsnitt 3.2.3.
- Beräkningar av växthusgasutsläpp baserat på de insatta fossila bränslena i fjärrvärmeproduktionen samt emissionsfaktorer som endast omfattar förbränningsfasen. De siffror på koldioxidutsläpp som fjärrvärmebolag redovisar är beräknade enligt Naturvårdsverkets föreskrifter NFS 2007:5 med emissionsfaktorer som saknar livscykelperspektiv (Naturvårdsverket, 2010b).

I Bilaga 5 presenteras ett antal tidigare studier av fjärrvärmens klimatpåverkan mer i detalj.

Allokering av bränslen i kraftvärmeverk

I ett kraftvärmeverk produceras både el och värme samtidigt. Det finns olika sätt att dela upp bränsleanvändningen och koldioxidutsläppen mellan el- respektive fjärrvärmeproduktionen. Dessa sätt kallas för allokeringmetoder. I det följande beskrivs kort tre olika allokeringmetoder; alternativproduktionsmetoden, primärenergimetoden samt energimetoden (Engström m.fl., 2009).

Alternativproduktionsmetoden innebär att man räknar ut hur mycket bränslen som skulle ha

krävts för motsvarande produktion av el och värme separat (Engström m.fl., 2009). Denna allokeringmetod rekommenderas av GHG-protocol (Engström m.fl., 2009). Metoden representerar ”worst case” växthusgasutsläpp för fjärrvärmens och används i rekommendationen för detta examensarbete, se vidare avsnitt 3.2.3.

Om primärenergimetoden används beräknas elen använda den mängd bränslen som skulle ha behövts om den producerats i ett kondenskraftverk (Engström m.fl., 2009). Värmen beräknas använda de bränslen som kvarstår, det vill säga de som inte anses förbrukas av elen. Denna allokeringmetod gör att bränslena fördelas till största del på elen och värmen får all fördel av samproduktionen. Elen betraktas i detta fall som en huvudprodukt och fjärrvärmens som en biprodukt.

Med energimetoden fördelas de använda bränslena proportionerligt mellan de båda energibärarna baserat på energimängden i kWh, det vill säga både el och värme antas ha producerats med samma bränslemix (Engström m.fl., 2009). Denna metod är inte att rekommendera för utsläpp från kraftvärme eftersom den innebär att el och värme klassas som likvärdiga energibärare vilket de inte är.

3.2.3. Rekommendation

För att beräkna fjärrvärmens klimatpåverkan rekommenderas att beräkningarna grundar sig på de insatta bränslena som använts vid fjärrvärmeproduktionen (KTH, 2008). De totala utsläppen av växthusgaser beräknas genom att de insatta bränslena multipliceras med emissionsfaktorer för respektive energibärare. De totala utsläppen av växthusgaser divideras sedan med den levererade mängden fjärrvärme för att emissionsfaktorn för fjärrvärme ska ta hänsyn till förluster i distributionsnätet. De använda emissionsfaktorerna har ett livscykelperspektiv och tar hänsyn till utsläpp som sker vid produktion och distribution av bränslena. I Bilaga 3 återfinns en beräkningsmall för växthusgasutsläpp från levererad fjärrvärme.

Eftersom fjärrvärme produceras i lokala nät är det viktigt att beräkna fjärrvärmens klimatpåverkan utifrån lokala data. Olika fjärrvärmebolag använder sig av olika bränslemixer, detta gör att de totala växthusgasutsläppen skiljer sig mycket åt. Om lokala data inte är tillgängliga kan beräknade växthusgasutsläpp från en svensk fjärrvärmemix vara intressant. I Tabell 6 följer beräkningar för Sverige i stort (Svensk Fjärrvärme, 2009) och för ett lokalt bolag Norrenergi (Norrenergi, 2009). Norrenergi har valts endast för att ha med ett exempel på ett lokalt svenskt bolag.

Valet av allokeringmetod får stor betydelse för hur stor den beräknade klimatpåverkan blir för fjärrvärmens. Vid förfrågningar till fjärrvärmeföretag om deras insatta bränslen bör frågan ställas om de producerar kraftvärme. Om så är fallet är det viktigt att fråga vilken allokeringmetod de använt sig av för att fördela de insatta bränslena mellan el och fjärrvärme. Om primärenergimetoden har använts är det viktigt att ha i åtanke att de redovisade insatta bränslena för fjärrvärme är lägre än de skulle ha varit med alternativproduktionsmetoden.

Emissionsfaktorer för bränslen och energibärare

I beräkningarna används emissionsfaktorer med livscykelperspektiv från bland annat KTH: s statistikdatablad (KTH, 2008), se Tabell 1. För de bränslen som ej omnämns i KTH (2008) har emissionsfaktorer använts från Wahlström (2004) citerad i Folksam (2009) (Tabell 4). I

Tabell 4 redovisas även de emissionsfaktorer för el som används vid beräkningarna. Vid beräkningarna används två olika emissionsfaktorer för el för att visa att valet av dessa har stor påverkan på det slutgiltiga resultatet. Den ena emissionsfaktorn representerar nordisk elmix och den andra en restmix av el. För mer information om hur emissionsfaktorerna för el har beräknats se avsnitt 3.1.3. De olika emissionsfaktorerna representerar två sätt att betrakta hur den använda elen har producerats. Båda emissionsfaktorerna har ett livscykelerspektiv.

Tabell 4 Emissionsfaktorer, med livscykelerspektiv, för bränslen och kraftslag som används vid fjärrvärmeproduktion. Emissionsfaktorerna för el är beräknade, se avsnitt 3.1.3. Resterande emissionsfaktorer är hämtade från Wahlström (2004) citerad i Folksam (2009)

	Totala utsläpp [g CO₂-ekv./kWh]
Spillvärme	0,0
RT-flis	8,0
Deponigas	3,0
El - Nordisk 2005	75,1
El - Nordisk 2006	141,8
El - Nordisk 2007	113,4
El - Nordisk 2008	84,8
El - Nordisk Medel 2005-2008	103,8
El - Restmix 2005	84,4
El - Restmix 2006	186,1
El - Restmix 2007	142,3
El - Restmix 2008	128,3
El - Restmix Medel 2005-2008	135,3

Beräkningar av klimatpåverkan för fjärrvärme

För att kunna beräkna fjärrvärmeproduktionens klimatpåverkan behöver ett antal antaganden göras om bränslenas klimatpåverkan.

- Biobränslen antas inte ge några växthusgasutsläpp vid förbränning (KTH, 2008).
- Spillvärme antas inte ha någon miljöpåverkan i ett livscykelerspektiv (KTH, 2008).
- När el har använts som insatt bränsle kan två alternativa antaganden göras, antingen antas nordisk elmix eller en restmix av el. I nedanstående beräkningar görs uträkningar baserade på båda antagandena.
- Om ingen emissionsfaktor hittas för det aktuella bränslet kan en emissionsfaktor för ett liknande bränsle användas.
- När värmepumpsvärme anges som insatt bränsle divideras den med 3 för att uppskatta hur mycket el som förbrukats av värmepumpen.

Indata till beräkningarna

Information om insatta bränslen för fjärrvärmeproduktion i Sverige år 2007 och år 2008 (Tabell 5) har hämtats från Svensk Fjärrvärme (2009). För beräkningar av växthusgasutsläpp från Norrenergis fjärrvärme år 2009 har indata (Tabell 5) hämtats från Norrenergi (2009).

Tabell 5 Insatta bränslen vid fjärrvärmeproduktion i Sverige, år 2007 och 2008, samt för Norrenergi år 2009 Källa: Svensk Fjärrvärme (2009) samt Norrenergi (2009)

Bränsletyp	Sverige	Sverige	Norrenergi
	2007	2008	2009
	Insatt bränsle	Insatt bränsle	Insatt bränsle
	[GWh]	[GWh]	[GWh]
Spillvärme	3739,9	3842,2	
Stenkol, brunkol, övrigt fossilt	2126,9	1678,4	
Eldningsolja 1	772,8	575,0	
Eldningsolja 2 – 5	913,7	694,8	23,0
Torv	2583,7	2549,3	
Naturgas	2049,1	1675,8	
RT-flis	1453,7	2338,8	
Avfallsgas, deponigas och rötgas	870,4	999,2	
Träbränsle	20184,8	22020,5	290,0
Bioolja/RME	1641,7	1309,3	
Tallbecksolja	667,7	737,9	132,0
Avfall	7285,6	7719,7	
El	7442,8	6561,3	206,0

Resultat

De beräknade växthusgasutsläppen för svensk fjärrvärme år 2007 och år 2008 ses i Tabell 6. Där ses även de beräknade växthusgasutsläppen för fjärrvärme från Norrenergi år 2009. Beräkningarna har gjorts med två olika emissionsfaktorer för el, nordisk elmix och restmixel. Klimatpåverkan per levererad kWh fjärrvärme i Sverige år 2008 blev 90 g CO₂-ekv./kWh (nordisk elmix) samt 96 g CO₂-ekv./kWh (restmixel). För Norrenergi år 2009 blev resultatet 42 CO₂-ekv./kWh (nordisk elmix) samt 49g CO₂-ekv./kWh (restmixel).

Tabell 6 Beräknade emissionsfaktorer för fjärrvärme Sverige (2007, 2008) samt Norrenergi (2009). Källa: Svensk Fjärrvärme (2009), Norrenergi (2009)

	Typ av el	Beräknad
		emissionsfaktor [g CO ₂ -ekv./kWh]
Sverige (2007)	Nordisk elmix	104,9
Sverige (2007)	Restmix	109,5
Sverige (2008)	Nordisk elmix	90,2
Sverige (2008)	Restmix	96,2
Norrenergi (2009)	Nordisk elmix	42,3
Norrenergi (2009)	Restmix	48,9

Uppdatering av emissionsfaktorer för fjärrvärme

Fjärrvärmens användning av olika energikällor förändras just nu snabbt (Figur 4). En omställning sker mot en allt större andel förnybart bränsle i produktionsmixen, vilket minskar växthusgasutsläppen. Det är därför viktigt att kontinuerligt uppdatera siffrorna för växthusgasutsläpp för fjärrvärme. Information om insatta bränslen och levererad fjärrvärme fås från de lokala fjärrvärmeföretagen. Svensk Fjärrvärme publicerar årligen information om de svenska fjärrvärmebolagens insatta bränslen på sin webbplats:

<http://www.svenskfjarrvarme.se/>. De räknar även ut genomsnittliga växthusgasutsläpp för

fjärrvärmerna i Sverige. Dessa siffror publiceras även de på hemsidan.

IVL arbetar just nu med att uppdatera *Miljöfaktabok för bränslen*, resultatet publiceras troligtvis hösten 2010. När nya emissionsfaktorer för bränslen och energislag finns publicerade av IVL bör de användas i fortsatta klimatberäkningar.

3.2.4. Diskussion

För att en kund ska kunna klimatkompensera inköpt fjärrvärme bör beräkningarna av växthusgasutsläppen ha ett livscykelperspektiv. Klimatpåverkan från alla insatta bränslen, även bibränslen och el bör ingå. Fjärrvärme produceras lokalt och distribueras i lokala nät. Fjärrvärmebolag i Sverige har olika bränslemixer vilket resulterar i stora skillnader i växthusgasutsläpp, se Tabell 6. Därför bör lokala data för fjärrvärmeproduktion användas i så stor utsträckning som möjligt vid beräkningar.

De siffror som fjärrvärmeföretag redovisar för koldioxidutsläpp avser endast utsläpp från fossila bränslen vid förbränning. De har inte ett livscykelperspektiv och bör inte användas vid beräkningar av fjärrvärmens klimatpåverkan.

Fjärrvärmeföretag som producerar kraftvärme allokerar de insatta bränslena mellan el och fjärrvärme enligt olika allokeringmetoder. Valet av allokeringmetod får stor påverkan för hur mycket bränslen som fördelas till respektive produkt. Detta får sedan betydelse för hur stor den beräknade klimatpåverkan för produkterna blir. Allokering enligt alternativproduktionsmetoden rekommenderas för att beräkna worst case för fjärrvärmens klimatpåverkan.

Det finns flera sätt att beräkna växthusgasutsläpp för fjärrvärme. Det pågår just nu en debatt om hur man ska räkna (Gustafsson, 2010). De emissionsfaktorer för fjärrvärme som beräknats i detta examensarbete för Norr Energi och Sverige är ett förslag baserat på dagens kunskapsläge. Dessa emissionsfaktorer är en uppskattning av hur stor klimatpåverkan för den levererade fjärrvärmerna är.

Flera faktorer påverkar osäkerheten i de beräknade växthusgasutsläppen, bland annat noggrannhet i indata från leverantörerna samt de använda emissionsfaktorerna. Emissionsfaktorerna för förbränning av olika bränslen varierar beroende på bränslesammansättning och förbränningsteknik. Emissionsfaktorerna i Tabell 1 och Tabell 4 har ett livscykelperspektiv men de är uppskattningar av bränslets miljöpåverkan. Den faktiska miljöpåverkan beror på många faktorer, bland annat hur bränslena utvinns och transporteras. Vilken allokeringmetod som använts av fjärrvärmeleverantörerna för att fördela insatta bränslen mellan el och fjärrvärme i kraftvärmeverk har även det betydelse för de beräknade emissionsfaktorerna i Tabell 6.

3.3. HOTELL

3.3.1. Vetenskaplig grund

Hotellsektorn är en resursintensiv sektor. Framförallt kräver den stora mängder energi, vatten och råmaterial (Bohdanowicz & Martinac, 2002). En studie har visat att hotell och sjukhus är de typer av kommersiella byggnader som har störst miljöpåverkan (Rada, 1996 i Bohdanowicz & Martinac, 2002).

Flera faktorer har klimatpåverkan under ett hotells livscykel;

- Byggande och rivning av hotellbyggnaden kräver energi vilket orsakar växthusgasutsläpp (Roselló-Batle m.fl., 2010).
- När hotellet är i drift har dess vattenanvändning och avfallshantering klimatpåverkan (Roselló-Batle m.fl., 2010).
- Hotellets energiförbrukning under driftsfas orsakar växthusgasutsläpp.
- De varor och produkter som används i hotellet under driften (möbler, textilier, mat etc.) ger upphov till växthusgasutsläpp.
- När ett hotell byggs på en plats som tidigare varit obebyggd kan den förändrade markanvändningen leda till ökade växthusgasutsläpp (Gössling, 2002). I litteraturstudien har dock inga artiklar återfunnits som beräknar klimatpåverkan för detta.

Hur stor är energiförbrukningen i genomsnitt i hotell i Sverige och globalt sett? Nedan följer två sammanställningar av energiinventeringar, Tabell 7 och Tabell 8, som utförts för hotell i olika regioner, detta för att ge en bild av hur energiförbrukningen kan se ut på hotell globalt sett. För att kunna jämföra energiförbrukningen i hotell av olika storlek beräknas energiintensiteten som anges i kWh/m² och år eller i kWh/gästnatt (Becken m.fl., 2001). Det finns inget klart samband mellan de båda enheterna vilket gör att studier med olika enheter inte kan jämföras med varandra. Energiförbrukning som är beräknad per gästnatt kan variera mycket och beror på flera faktorer, bland annat på hotellets beläggning. I Tabell 7 och Tabell 8 ses en stor spridning i energiförbrukning mellan de undersökta hotellen, både inom och mellan länder.

Tabell 7 Resultat från studier av energiförbrukning på hotell [kWh/m² och år] Källa: Bohdanowicz & Martinac (2007)

Land (Data från år)	Energiförbrukning, genomsnitt [kWh/m² och år]	Källa
Kanada (1991)	689	Deng och Burnett (2000)
Japan (1991)	745	Hiu (1991)
Europa (1990-tal)	239-300	Becken m.fl. (2001)
Hong Kong (1995-1997)	149-988, genomsnitt 564	Deng och Burnett (2000), Deng (2003)
	250-844, genomsnitt 406	Yik m.fl. (2001)
Storbritannien (1988)	200-1000, genomsnitt 495	BREEDE (1993)
	715	Deng och Burnett (2000)
Nya Zeeland (1999)	159	Becken m.fl. (2001)
Sverige (1999, 2001, 2003-2004)	100-200	Norén (1999)
	198-379	CHOSE (2001)
	282-300	Gustafsson (2005)
Cypern (2001)	103-370, genomsnitt 273	CHOSE (2001)
Grekland (2001)	72-519, genomsnitt 290	CHOSE (2001)
Italien (2001)	249-436, genomsnitt 364	CHOSE (2001)
Portugal (2001)	99-445 genomsnitt 296	CHOSE (2001)

Tabell 8 Resultat från studier av energiförbrukning på hotell [kWh/gästnatt] Källa: Gössling (2002)

Land (Data från år)	Energiförbrukning, genomsnitt [kWh/gästnatt]	Källa
Europa (1990-talet)	56	Brunotte (1993)
Nya Zeeland (1999)	10-106 genomsnitt 43	Becken m.fl. (2001)
Zanzibar (2000)	61-254 genomsnitt 71	Gössling (2001a)
Cypern (2001)	24	Simmons och Lewis (2001)
Mallorca (2001)	14	Simmons och Lewis (2001)
Seychellerna (1993)	10-30	UK CEED (1994)
Hong Kong (1994)	3	Burnett (1994) i Jim (2000)

Vad påverkar energiförbrukningen under driftsfasen på ett hotell?

Många olika delar påverkar hur stor energiförbrukningen på ett hotell är (Bohdanowicz & Martinac, 2007);

- Byggnadens utformning
- Hotellens geografiska läge och omgivande miljö
- Beläggningen på hotellet
- Tvätt av hotelltextilier
- System som används för uppvärmning, ventilation och kylning
- Typ av belysning och använd teknik
- Typ av verksamhet som bedrivs:
 - Faciliteter som pool och bastu
 - Restaurang
- Hur aktivt hotellet arbetar med sin energiförbrukning.
- Vilken klass hotellet har. Lyxhotell har i regel högre energiförbrukning än budgethotell.

3.3.2. Hur beräkna klimatpåverkan från hotell?

Litteraturstudien visar att flera metoder kan användas för att beräkna klimatpåverkan från hotell. En av dessa metoder är livscykelanalys där utsläpp av växthusgaser beräknas för hela livscykeln för det studerade systemet, (Roselló- Batle m.fl., 2010). En annan metod är att beräkna utsläpp av växthusgaser baserat på hotellens energiförbrukning under driftsfasen, (Gössling, 2002; Scandic, 2010a).

Livscykelanalyser för hotell

En inventering av livscykelanalyser inom turismsektorn visar att det finns få utförda studier för hotell och att de som gjorts skiljer sig mycket åt med avseende på studerat objekt och val av metodik (De Camillis m.fl., 2009).

En livscykelanalys utförd för två hotell på Balearerna, Spanien visade att nära 80 % av den totala energin för dessa anläggningar förbrukades under användningsfasen (Roselló-Batle m.fl., 2010). Det var även under användningsfasen som de största utsläppen av koldioxid skedde, detta på grund av den spanska produktionen av el.

Beräkningar av växthusgasutsläpp baserade på energiförbrukning i drift

Scandic redovisar som enda hotellkedja i Sverige löpande sin energiförbrukning (kWh/gästnatt) på Internet (Scandic, 2010b). De beräknar även växthusgasutsläpp per gästnatt. För år 2009 var siffran 0,926 kg CO₂-ekv./gästnatt. Beräkningarna omfattar endast växthusgasutsläpp under förbränningsfasen för de fossila bränslen som hotellkedjan använder. De använda emissionsfaktorerna har inte ett livscykelperspektiv och bör därför inte användas i samband med klimatberäkningar för klimatkompensation.

3.3.3. Rekommendation

Klimatpåverkan för ett hotell kan beräknas baserat på hotellets energiförbrukning i driftsfasen. Litteraturstudien visar att denna metod kan ge en relativt god uppskattning av de totala växthusgasutsläppen. Resultaten från Roselló- Batle m.fl. (2010) visade att huvuddelen av växthusgasutsläppen skedde under hotellens driftsfas.

Följande klimatberäkningar för hotell bygger på antagandet att driftsfasen står för de största växthusgasutsläppen i ett livscykelperspektiv. Detta är en förenkling som underskattar växthusgasutsläppen något, men verkar ändå vara det mest praktiska tillvägagångssättet.

För att beräkna växthusgasutsläpp för en genomsnittlig hotelnatt behövs följande;

- Information om den genomsnittliga energiförbrukningen per gästnatt
- Uppgifter om vilka energislag som används
- Emissionsfaktorer med livscykelperspektiv för de använda bränslena och energikällorna.

I detta avsnitt kommer en uppskattning att göras för hur stora växthusgasutsläppen är per gästnatt för ett vanligt och ett miljömärkt hotell i Sverige samt i Europa. För en hotelnatt i andra världsdelar kan siffran för Europa användas. Enligt Bohdanowicz (2005) stod den europeiska hotellsektorn år 2005 för nästan hälften av den globala hotellmarknaden. De beräknade värdena ska ses som riktlinjer, många faktorer spelar in som avgör hur stor energiförbrukningen är, vilka energikällor som används samt hur stora de faktiska växthusgasutsläppen blir.

Emissionsfaktorer för bränslen och energibärare

För att beräkna utsläppen för energibärarna behövs emissionsfaktorer. För att få med energiförbrukningens totala klimatpåverkan används emissionsfaktorer med livscykelperspektiv. Flera av de använda emissionsfaktorerna redovisas i Tabell 1. I Tabell 9 återfinns de andra emissionsfaktorer som används vid beräkningar av klimatpåverkan från hotell. För el och fjärrvärme används två olika emissionsfaktorer, för nordisk elmix respektive restmix. För mer information om dessa beräkningar se avsnitt 3.1.3 och 3.2.3. För elproduktion i Europa används en emissionsfaktor med livscykelperspektiv från Gode m.fl. (2009). I brist på data har en emissionsfaktor för fjärrvärme i Europa beräknats baserad på en emissionsfaktor för el i Europa (400 g CO₂-ekv./kWh), samt primärenergifaktorer för el (2,1) och fjärrvärme (1,42) (Engström m.fl., 2009; Gode m.fl., 2009). Samma bränslemix har antagits för fjärrvärme och elproduktionen i Europa. Emissionsfaktorn för europeisk el har multiplicerats med kvoten av primärenergifaktorn för fjärrvärme och för el.

Tabell 9 Emissionsfaktorer för bränslen och energibärare som används vid beräkning av klimatpåverkan från hotell. Källa: El Eu-mix Gode m.fl. (2009), Fjärrkyla Engström m.fl. (2009) Övriga värden för el och fjärrvärme har beräknats se avsnitt 3.1.3 och 3.2.3

Energibärare	Emissionsfaktor [gCO₂-ekv./kWh]
El- EU mix	400,0
El - Nordisk Medel 2005-2008	103,8
El - Restmix Medel 2005-2008	135,3
Fjärrvärme medel 2007-2008 Nordisk elmix	97,6
Fjärrvärme medel 2007-2008 Restmix	102,9
Fjärrvärme (Europa)	270,5
Fjärrkyla	140,0

Indata till beräkningarna klimatpåverkan för hotell

Av de kontaktade hotellkedjorna var det två (Scandic och Choice Hotels) av fyra som hade siffror för genomsnittlig energiförbrukning. Best Western Hotels och Elite Hotels hade ingen gemensam statistik för sina hotell i Sverige. Omfattningen på de data som erhöles från Scandic och Choice Hotels skiljde sig mycket åt; från Scandic erhöles rådata för all energianvändning för alla hotell inom koncernen från år 1996-2009. Energiförbrukningen på Scandic omfattade elektricitet, fjärrvärme, fjärrkyla och bränslen. Från Choice Hotels erhöles genomsnittssiffror för elförbrukning och liter olja för år 2008-2009 för Sverige samt data för all typ av energiförbrukning för Norge år 2009.

För följande beräkningar har de data som framkommit under litteraturstudien och som bedömts vara mest representativa använts. När energiförbrukningsstatistiken är bristfällig används benchmark-värden från Green Globe 21 (2003) citerad i Bohdanowicz & Martinac, (2007). Beräkningarna har gjorts utifrån ett worst case scenario, det vill säga de högsta värdena har använts. Här följer en kort presentation av de indata som använts till beräkningarna;

- Icke-miljömärkt hotell Sverige
 - Energiförbrukning per gästnatt: Inga statistiska data finns att tillgå för Sverige. Antar att worst case representeras av det högsta värdet som Green Globe 21 (2003) anger för icke-miljömärkta hotell i Europa, 133,3 kWh/gästnatt (Bohdanowicz & Martinac, 2007).

- Fördelning av energislag: Antar samma fördelning av energikällor som Scandic hade år 2000 (Scandic, 2010a).
- Miljömärkt hotell Sverige
 - Energiförbrukning per gästnatt: Använder det högsta energigränsvärdet, 77,5 kWh/gästnatt, från Svanens kriteriemärkning för hotell och vandrarhem (Nordisk Miljömärkning, 2009). För mer information om Svanens energigränsvärden se Bilaga 1.
 - Fördelning av energislag: Antar samma fördelning av energikällor som Scandic hade år 2009 (Scandic, 2010a).
- Icke-miljömärkt hotell Europa
 - Energiförbrukning per gästnatt: Antar att genomsnittsvärdet för energiförbrukning för Hilton hotell år 2004, 89,5 kWh/gästnatt, är representativt (Bohdanowicz & Martinac, 2007).
 - Fördelning av energislag: Antar samma fördelning av energikällor som Hilton hotellen hade år 2004 (Bohdanowicz & Martinac, 2007).
- Miljömärkt hotell Europa
 - Energiförbrukning per gästnatt: Antar att worst case representeras av Green Globe 21 (2003) värde för miljömedvetna hotell i Europa, 61,1 kWh/gästnatt (Bohdanowicz & Martinac, 2007).
 - Fördelning av energislag: Antar samma fördelning av energikällor som Hilton hotellen hade år 2004 (Bohdanowicz & Martinac, 2007).

Beräkningar av klimatpåverkan för hotell

För att beräkna klimatpåverkan för exempelvis en hotellnatt utgår man från en genomsnittlig energiförbrukning per gästnatt samt ett antagande om hur stor andel av respektive energikälla som använts. I ett första steg beräknas hur många kWh/gästnatt som förbrukats av respektive energikälla. När den informationen finns multipliceras kWh bränsle/gästnatt med emissionsfaktorn för respektive bränsle. Den resulterande emissionsfaktorn talar om hur stora växthusgasutsläpp som orsakats av just det bränslet (g CO₂-ekv./gästnatt). I ett sista steg summeras de beräknade emissionsfaktorerna till en total emissionsfaktor. För beräkningar se Bilaga 6.

Med ovanstående indata, emissionsfaktorer och antaganden blev de beräknade emissionsfaktorerna 16,9 kg CO₂-ekv./gästnatt (nordisk elmix) respektive 19,2 kg CO₂-ekv./gästnatt (restmixel) för ett icke-miljömärkt hotell i Sverige. För ett miljömärkt hotell i Sverige blev resultatet 8,4 kg CO₂-ekv./gästnatt (nordisk elmix) respektive 9,7 kg CO₂-ekv./gästnatt (restmixel). Ett icke-miljömärkt hotell i Europa fick en beräknad emissionsfaktor på 30,2 kg CO₂-ekv./gästnatt. Emissionsfaktorn för ett miljömärkt hotell i Europa blev 20,6 kg CO₂-ekv./gästnatt.

Uppdatering av emissionsfaktorer för hotell

Det är svårt att få information om energiförbrukning på hotell. Scandic publicerar dock siffror om sin energiförbrukning kontinuerligt på sin hemsida. Energimyndigheten utför just nu en energiinventering av kommersiella byggnader, STIL 2 (Energimyndigheten, 2010). Resultatet kommer troligen att publiceras hösten 2010. Energimyndighetens undersökning är omfattande och kan bidra med tillförlitlig information om hotells energiförbrukning. IVL arbetar med att uppdatera sin *Miljöfaktabok för bränslen* (Uppenberg m.fl., 2001) där flera av de använda emissionsfaktorerna är hämtade. Resultatet kommer troligtvis att publiceras under hösten 2010. När det är publicerat uppdateras emissionsfaktorerna i Tabell 1 med fördel och nya emissionsfaktorer för hotell kan beräknas.

3.3.4. Diskussion

När klimatpåverkan för ett hotell ska beräknas kan flera olika systemgränser väljas. Ovanstående beräkningar baseras på uppskattningar om hotellens energiförbrukning i driftsfasen. Det är en förenkling av beräkningarna som bygger på antagandet om att det är denna fas som ger upphov till de största växthusgasutsläppen. Hur stora de faktiska utsläppen blir beror på en mängd faktorer. Som litteraturstudien visat kan energiförbrukningen skilja sig mycket åt inte bara mellan länder, utan även inom samma land.

Variationen i energiförbrukning mellan olika typer av hotell är stor. De beräknade emissionsfaktorerna för hotell som föreslås i detta examensarbete bortser från detta. Anledningen till att de föreslagna emissionsfaktorerna endast gör skillnad på det geografiska läget och på om hotellen är miljömärkta eller inte är att denna typ av information bedöms kunna lämnas av de flesta företag.

De beräknade siffrorna på klimatpåverkan för hotell i Sverige och i Europa bygger på en rad antagande men ger ändå en grov uppskattning för worst case scenarier. Det är en brist i beräkningarna att inte mer energiinventeringar för hotell finns att tillgå. Valda indata, emissionsfaktorer och antaganden bidrar med osäkerheter till resultatet. Bland emissionsfaktorerna har särskilt el en stor betydelse, se vidare avsnitt 3.1.

3.4. TAXI

3.4.1. Vetenskaplig grund

I huvudsak kan man säga att tre komponenter påverkar hur stor klimatpåverkan blir för en bil (Spielmann & Althaus, 2007):

- fordonets körsträcka
- bränslets tillverkningskedja
- bilens livscykel

Under fordonets körsträcka förbränns bränslen som orsakar utsläpp av växthusgaser. Vid förbränning av biobränslen sker utsläpp av växthusgaser, men vid beräkningar görs dock antagandet att dessa utsläpp är noll, då biobränslen anses ingå i kolets naturliga kretslopp. Det pågår dock mycket debatt och forskning kring biobränslets klimatpåverkan. En av anledningarna till detta är att biobränslen har samma typ av växthusgasutsläpp som jordbruksprodukter och dessa är till viss del svåra att beräkna, se avsnitt 3.5.1. Fossila bränslen ger vid förbränning upphov till växthusgasutsläpp som bidrar till växthuseffekten, då dessa adderas till kolets kretslopp. Bränslets tillverkningskedja avser produktion och transport av bränslen till tankstationer. Med bilens livscykel avses tillverkning, underhåll och skrotning av bilen. Enligt Naturvårdsverket beräknas de indirekta utsläppen under en bils livscykel motsvara mer än 25 % av de totala utsläppen av växthusgaser (Naturvårdsverket, 2010c).

Vad påverkar då bränsleförbrukningen för en bil? Flera faktorer spelar in bland annat vilken typ av bil som används, sättet den körs på, vägförhållanden och vädret (Trafikverket, 2009).

En faktor som skiljer en taxiresa från en vanlig bilresa är att taxibilen har en framkörningssträcka. Vem som har ansvar för de växthusgasutsläpp som sker under denna sträcka kan diskuteras, men i det följande avsnittet anses ansvaret ligga hos kunden som beställer en taxiresa. De totala växthusgasutsläppen från taxiresan blir då även de som framkörning av taxibilen orsakat.

Taxibranschen är en heterogen bransch där majoriteten av taxiföretagen bara har en bil, medan ett fåtal har fler än 20 bilar (Svenska Taxiförbundet, 2009). Enbilsföretagen samarbetar ofta och har då gemensamma beställningscentraler (Berge, 2010). Inom taxibranschen sker kontinuerligt ett miljöarbete. Svenska Taxiförbundet erbjuder en certifiering för taxiföretag; Grön Taxi (Svenska Taxiförbundet, 2009). Certifieringen är utformad i enlighet med ISO 14000. Andelen miljöbilar ökar stadigt både i Stockholm och i Sverige; år 2004 var andelen miljötaxibilar 2 % och år 2009 var den nästan 18 %. Andelen miljöbilar ökar mest i Stockholm, men även i andra delar av landet ses samma utveckling (Svenska Taxiförbundet, 2009). Enligt Svenska Taxiförbundet och ett antal taxibolag som kontaktats har Arlandas premiering av miljöfordon påskyndat utvecklingen mot en taxibilsflotta med fler miljöbilar (Svenska Taxiförbundet, 2009). Arlanda har i sina miljötillstånd ett utsläppstak för koldioxidutsläpp från flygplatsen. I dessa växthusgasutsläpp ingår inte bara utsläpp från flyg utan också utsläpp från trafiken till och från flygplatsen. År 2004 beslutade Luftfartsverket att miljöbilar och miljötaxi skulle få en fördelaktig placering vid terminalerna (Gröna bilister, 2006). I december 2005 invigdes en särskild taxikö för miljötaxi. Sedan februari 2010 har Swedavia, tidigare Luftfartsverket, en ny prioritering för miljötaxibilar (Andersson, 2010). På ett år har antalet miljötaxibilar på Arlanda ökat från 1997 bilar i juni 2009, till 2791 bilar i juni 2010 (Andersson, 2010).

3.4.2. Hur beräkna klimatpåverkan från taxi?

Inga klimatberäkningar specifika för taxiresor har påträffats under litteraturstudien. Däremot har information om växthusgasutsläpp från bilar hittats; KTH (2008), Naturvårdsverket (2008) samt biltillverkares rapportering av nya bilars koldioxidutsläpp (Trafikverket, 2009). Alla beräkningar bygger på bilarnas bränsleförbrukning, men olika emissionsfaktorer har använts.

Naturvårdsverket (2008) har tagit fram en mall för hur statliga myndigheter kan beräkna sin klimatpåverkan. I denna mall baseras beräkningarna för personbilar endast på fordonets körsträcka, eller bränsleförbrukning. Emissionsfaktorerna som används anger endast växthusgasutsläpp ”ur avgasröret” och omfattar fossila bränslen.

KTH (2008) beräknar växthusgasutsläpp för personbilar med emissionsfaktorer som har ett livscykelperspektiv på bränslena. Alla typer av bränslen ingår i beräkningarna, även biobränslen och el. KTH:s beräkningar tar alltså hänsyn till fordonets körsträcka och bränslets tillverkning.

De siffror som biltillverkarna anger för nya bilar i enlighet med EU-direktiv (1999/94/EG) är koldioxidutsläpp uppmätta ”ur avgasröret” när bilen drivs med fossila bränslen (Trafikverket, 2009). Dessa siffror har alltså inte ett livscykelperspektiv. Siffrorna baseras på en standardiserad körcykel, dock ska det understrykas att körsätt, bränslesammansättning och väglag påverkar dessa utsläpp.

3.4.3. Rekommendation

I denna text beräknas klimatpåverkan från taxibilar baserat på bilarnas bränsleförbrukning samt på bränslenas tillverkningskedjor. I beräkningarna används emissionsfaktorer för bränslen med livscykelperspektiv. Emissionsfaktorerna är hämtade från Trafikverkets rapport *Index över nya bilars klimatpåverkan* (Trafikverket, 2009).

För att kunna beräkna klimatpåverkan för en taxiresa behövs information om

- Emissionsfaktorer med livscykelerspektiv för olika typer av bränslen
- Vilken typ av bilar som används som taxibilar
- Hur mycket en genomsnittlig taxiresa kostar
- Hur många kilometer taxibilar kör i genomsnitt utan kunder
- Hur stor bränsleförbrukningen är i genomsnitt för olika typer av taxibilar

Med hjälp av ovanstående information kan en emissionsfaktor (g CO₂-ekv./km) beräknas för respektive biltyp. Med kunskap om hur taxibilflottan ser ut kan en genomsnittlig emissionsfaktor för taxi beräknas. Sedan kan klimatpåverkan per krona beräknas med hjälp av information om genomsnittspriser för taxiresor. Beräkningarna görs för taxiresor i Stockholm respektive Sverige.

Emissionsfaktorer för bränslen

I Tabell 10 ses en sammanställning av de emissionsfaktorer för bränslen som används vid beräkning av taxibilars klimatpåverkan. Dessa emissionsfaktorer är hämtade från Trafikverkets rapport *Index över nya bilars klimatpåverkan* (Trafikverket, 2009) och har alla livscykelerspektiv och inkluderar alltså bränslenas tillverkningskedjor.

Tabell 10 Emissionsfaktorer för bränslen, Källa Trafikverket (2009)

Bränsle	Emissionsfaktor [kg CO₂-ekv./l respektive m³ för gas]
Bensin (ren)	2,76
Bensin (lågïnblendad med etanol) ¹	2,66
Diesel (ren)	3,04
Diesel (lågïnblendad 5%)	2,97
Biogas	0,59
Naturgas	2,58
Fordonsgas ²	1,33
Etanol i E85 ³	0,57
E85 ⁴	0,96

¹ Etanolen antas bestå till 58 % av svenskproducerat vete, energikälla: strå, samt 42 % EU-producerat vete, energikälla: naturgas

² Fordonsgasen antas bestå av 63 % biogas och 37 % naturgas

³ Etanolen antas bestå till 88 % av brasiliansktproducerade sockerrör och 12 % EU-producerat vete

⁴ E85 antas bestå av 82 % etanol och 18 % bensin

Indata

Transportstyrelsen har ett register bland annat över alla registrerade taxibilar i Sverige (Landström, 2010). Under år 2009 var antalet registrerade taxibilar 15110. I Tabell 11 återfinns information om hur många procent av respektive bränsletyp som fanns i Sverige år 2009.

Tabell 11 Andel taxibilar av olika bränsletyper i Stockholm och i Sverige år 2009

Biltyp taxi	Stockholm ¹	Sverige ²
Bensinbil	0,07	0,06
Diesebil	0,6	0,66
Etanolbil	0,18	0,08
Gasbil	0,07	0,14
Elhybridbil bensin	0,08	0,06

¹ Källa: Landström, Transportstyrelsen (2010)

² Källa: Svenska Taxiförbundet (2009)

Under litteraturstudien samlades även in information om de olika taxibolagens kilometerpriser, se Tabell 12 och Tabell 13. I tabellerna återfinns de dyraste priserna, det vill säga de som gäller för större taxibilar under kvällar och helger. Detta har gjorts för att i viss mån ta med kommande prishöjningar för taxiresor i beräkningarna. Ett genomsnittspris för Sverige har beräknats till 14,60 kr/km, se Tabell 12. För Stockholm har det genomsnittliga priset beräknats till 16,50 kr/km, se Tabell 13.

Tabell 12 Pris för taxiresor, Sverige (maj 2010) Källa: Taxi 020 (2010), Uppsala Taxi (2010), Taxi Kurir (2010)

Taxibolag	Grundavgift [kr]	Pris [kr/km]	Kommentar
Taxi 020	50,0	15,8	Göteborg Helg
Uppsala Taxi	63,0	14,1	Uppsala Helg
Taxi Kurir	55,0	13,9	Uppsala Helg
Medel:	56,0	14,6	

Tabell 13 Pris för taxiresor, Stockholm (maj, 2010) Källa: Taxi 020 (2010), Taxi Stockholm (2010), Taxi Kurir (2010)

Taxibolag	Grundavgift [kr]	Pris [kr/km]	Kommentar
Taxi 020	69,0	15,0	Stockholm Storhelg
Taxi Kurir	70,0	16,5	Stockholm Dygnet runt
Taxi Stockholm	77,0	17,9	Stockholm Helg
Medel:	72,0	16,5	

Generellt är det få taxibolag som för statistik över bränsleförbrukning, ofta är det något som de enskilda taxichaufförerna ansvarar för. Två taxibolag, Taxi 020 och Uppsala Taxi, har gett information om den genomsnittliga bränsleförbrukningen för ett antal av deras bilar, se Tabell 14 och Tabell 15. Dessa data har sedan legat till grund för de vidare beräkningarna.

Tabell 14 Genomsnittlig bränsleförbrukning delar av Taxi 020: s taxibilflotta, andra halvåret år 2009 Källa: Danell (2010)

Biltyp	Antal bilar	Bränsleförbrukning	Enhet
Bensinbilar	9	0,100	l/km
Dieslbilar	322	0,080	l/km
Gasbilar	258	0,087	m ³ /km
Etanolbilar	160	0,149	l/km
Elybridbilar (bensin)	280	0,059	l/km

Tabell 15 Genomsnittlig bränsleförbrukning Uppsala Taxis bilar år 2009 Källa: Fjärstedt (2010)

Biltyp	Antal bilar	Bränsleförbrukning	Enhet
Bensinbilar	---	---	l/km
Dieslbilar	40	0,08	l/km
Gasbilar	31	0,09	m ³ /km
Etanolbilar	30	0,13	l/km

De kontaktade taxibolagen fick svara på hur stor andel av körsträckan taxichaufförerna körde i genomsnitt med passagerare. Två taxibolag svarade på detta; Uppsala Taxi och Taxi 020. Uppsala Taxi angav en siffra på cirka 60 % (Fjärstedt, 2010). Enligt Uppsala Taxi måste de betalda milen var minst 50 % för att verksamheten ska vara lönsam. Taxi 020 uppgav att antalet betalda mil var 54 % (Danell, 2010). I kommande beräkningar antas antalet betalda mil vara 54 % för en genomsnittstaxi både i Stockholm och i Sverige.

Beräkningar emissionsfaktorer taxi

Med hjälp av emissionsfaktorerna för bränslen i Tabell 10 och den genomsnittliga bränsleförbrukningen för taxibilar från Tabell 14 och Tabell 15 kan emissionsfaktorer för olika biltyper beräknas, se Tabell 16. Som ett exempel multipliceras emissionsfaktorn för bensen [kg CO₂-ekv./l] med den genomsnittliga bränsleförbrukningen för bilsbilar [l/km]. På detta sätt erhålls en beräknad emissionsfaktor för bilsbilar [kg CO₂-ekv./km].

Tabell 16 Beräknade emissionsfaktorer och genomsnittlig bränsleförbrukning för olika typer av taxibilar Källa: Bränsleförbrukning Danell (2010), Fjärstedt (2010)

Biltyp	Total emissionsfaktor [kg CO ₂ -ekv./km]	Genomsnittlig bränsleförbrukning [l/km eller m ³ /km]	Emissionsfaktor för huvudbränslet [kg CO ₂ -ekv./l]
Bensinbil	0,276	0,10	2,76 ¹
Diesebil	0,243	0,08	3,04 ²
Etanolbil	0,163	0,14	0,96 ³
Gasbil	0,151	0,09	1,33 ⁴
Elhybridbil bensen	0,163	0,06	2,76 ¹

¹ Ren bensen

² Ren diesel

³ Tankad med 80 % etanol och 20% ren bensen

⁴ Tankad med 80% fordonsgas och 20% ren bensen

I nästa steg beräknas en genomsnittlig emissionsfaktor [kg CO₂-ekv./km] för en taxiresa i Stockholm respektive Sverige. Dessa beräkningar baseras på andelen taxibilar av respektive biltyp i Stockholm respektive Sverige (Tabell 11) samt de beräknade emissionsfaktorerna för olika typer av bilar (Tabell 16). En genomsnittlig total emissionsfaktor beräknas genom att vikta de olika emissionsfaktorerna, från Tabell 16, med andelen bilar av motsvarande typ. Då 66 % av taxibilarna i Sverige är dieselsbilar har emissionsfaktorn för diesel fått viktningfaktorn 0,66 osv. De olika viktade emissionsfaktorerna summeras sedan till en total emissionsfaktor för Sverige respektive Stockholm. Antalet betalda mil antas vara 54 %, i beräkningarna divideras den totala emissionsfaktorn med 0,54 för att antalet ”tomma” kilometer ska ingå i de utsläpp som orsakas av taxiresan. Tankningsgraden för etanol respektive gas antas vara 80 %.

Att beräkna växthusgasutsläpp per krona för en taxiresa innebär en del osäkerheter. Taxipris beror på många faktorer; var, när och hur man vill resa. I Tabell 12 och Tabell 13 återfinns genomsnittspris per km för ett antal taxibolag, till detta pris tillkommer en framkörningsavgift. I nästa steg har en genomsnittlig emissionsfaktor för taxibilar [kg CO₂-ekv./kr] beräknats genom att den genomsnittliga emissionsfaktorn för en taxiresa [kg CO₂-ekv./km] har dividerats med det genomsnittspriset för en taxiresa i Stockholm respektive Sverige. Framkörningsavgiften är inte medräknad. För att få noggrannare beräkningar behövs information om hur många procent av kostnaden för en genomsnittlig taxiresa som framkörningsavgiften utgör.

Baserat på de data som framkommit under litteraturstudien har klimatpåverkan för en taxiresa i Stockholm beräknats till 0,404 kg CO₂-ekv./km. För en taxiresa i Sverige har växthusgasutsläppen beräknats till 0,409 kg CO₂-ekv./km. Med de genomsnittssiffror på taxa i Stockholm respektive Sverige som redovisas i Tabell 12 och Tabell 13 har även växthusgasutsläpp per krona beräknats. För Stockholm blir denna siffra 0,024 kg CO₂-ekv./kr

och för Sverige 0,028 kg CO₂-ekv./kr.

Uppdatering emissionsfaktorer taxi

De beräknade emissionsfaktorerna för taxiresor behöver inte uppdateras årligen. Taxibranschen arbetar dock kontinuerligt med miljöfrågor och växthusgasutsläppen från taxibilar kommer att minska framöver när nya bilar köps in. För att beräkna nya emissionsfaktorer för taxi kan information hämtas från följande källor:

- Emissionsfaktorer för bränslen ingår i Trafikverkets rapport *Index över nya bilar klimatpåverkan*. Den publiceras årligen på deras hemsida <http://www.trafikverket.se/>.
- Andelen taxibilar av olika typ i Stockholm publiceras i Taxiförbundets årsrapport. Den kan hämtas från <http://www.taxiforbundet.se/>. Information om taxibilar i Sverige kan fås från Transportstyrelsen: <http://www.transportstyrelsen.se/>.
- Information om genomsnittlig bränsleförbrukning, antal betalda mil samt priser fås direkt från taxibolagen. I detta arbete har framförallt Taxi 020 och Uppsala Taxi bidragit med information.

Med ovanstående data inhämtat kan beräkningarna göras enligt stegen ovan.

3.4.4. Diskussion

Flera komponenter ger upphov till klimatpåverkan för en bil: fordonets körsträcka, bilens livscykel och bränslets tillverkningskedja. Beroende på valet av systemgräns vid beräkningar av växthusgasutsläpp fås olika resultat. I detta avsnitt har beräkningar gjorts med fokus på bilens körsträcka och bränslets tillverkningskedja. Då alla bränslen, även biobränslen orsakar utsläpp av växthusgaser vid produktion och distribution är det viktigt att använda sig av emissionsfaktorer med ett livscykelperspektiv. Det kan vara motiverat att även addera växthusgasutsläpp från själva bilens livscykel till ovanstående beräknade värde. I detta fall rekommenderas ett påslag på 25 % (Naturvårdsverket, 2010c).

De beräknade emissionsfaktorerna för taxi i växthusgasutsläpp per kilometer har en högre tillförlitlighet än de per krona. Detta beror framförallt att det är svårt att uppskatta ett genomsnittligt kilometerpris på en taxiresa då detta kan variera mycket.

Emissionsfaktorerna som beräknats för olika biltyper bör kunna användas i andra sammanhang där endast körsträckan är känd. Dock ger beräkningar baserade på en känd bränsleförbrukning ett mer tillförlitligt resultat.

Det är intressant att se hur stor inverkan Arlandas krav på miljötaxibilar har påverkat taxibranschen i Stockholm och även i Sverige i stort. Taxibranschen som helhet arbetar aktivt med att ställa om till miljöbilar. Detta gör att de genomsnittliga utsläppen av växthusgaser per kilometer troligtvis kommer att minska de kommande åren.

3.5. MAT

3.5.1. Vetenskaplig grund

Växthusgasutsläpp uppstår på flera olika sätt inom jordbruket. Förhållandevis stor del av jordbrukets växthusgasutsläpp har biogent ursprung (Lagerberg Fogelberg, 2008), metan och lustgas utgör en stor del av dessa. Jordbrukets energianvändning resulterar i växthusgasutsläpp som har fossilt ursprung. Precis som för andra sektorer ger energiförbrukningen i produktionen upphov till utsläpp av växthusgaser, framförallt fossilt

koldioxid. Koldioxidutsläpp kan ske även från mark. Om markens mullhalt minskar kan detta resultera i att den avger mer koldioxid än tidigare, den sägs vara en kolkälla (Lagerberg Fogelberg, 2008). Detta kan ske i mark som bearbetas mycket och där skörderester förs bort från platsen. Skulle markens mullhalt öka kan den istället ta upp mer koldioxid från luften. Den sägs då vara en kolsänka.

Bakteriella processer i marken ger upphov till lustgasutsläpp. Lustgasen bildas bland annat från kväverikt gödsel (Lagerberg Fogelberg, 2008). Hur mycket lustgas som bildas beror bland annat på markens temperatur och dess kol- och kväveinnehåll. Vid beräkningar av lustgasemissioner från mark används för närvarande schablonvärden från IPCC (2006) vid beräkningar. Lustgasutsläpp kan även uppstå vid lagring av kväverikt stallgödsel. Även där är bakteriella processer källan till lustgasavgången. Även produktion av mineralgödsel, som innehåller kväve, ger upphov till lustgasutsläpp.

Metan uppstår även det i bakteriella processer, framförallt vid matsmältningen hos idisslande djur (Lagerberg Fogelberg, 2008).

Några andra faktorer som påverkar storleken av jordbrukets växthusgasutsläpp är bland annat (Cederberg, 2010)

- Vilka grödor som odlas, respektive vilka djur som föds upp.
- Vilken typ av mark som används.
- Hur produktiva åkrarna respektive djuren är.
- Vilken typ av foder som används samt hur detta har producerats.

3.5.2. Hur beräkna klimatpåverkan från mat?

Informationen i detta avsnitt om klimatpåverkan från mat är hämtad från livscykelanalyser. Jordbruksprodukter skiljer sig från andra produkter i klimathänseende (Cederberg, 2010) genom jordbrukets interaktion med naturen som gör det komplicerat att uppskatta hur mycket växthusgaser som släpps ut vid produktion av en vara. Därför är osäkerheterna i beräkningarna av klimatpåverkan ofta större för jordbruksprodukter än för andra produkter. Detta beror på flera faktorer, bland annat så är de vetenskapliga sammanbanden kring växthusgasutsläpp från jordbruket ej helt klarlagda ännu. En annan orsak är att de naturliga processerna varierar över tid. Röös m.fl. (2010) menar att beräkningar av exakta växthusgasutsläpp för matprodukter i princip är omöjligt. Röös m.fl. (2010) har i en studie visat vikten av att göra osäkerhetsanalyser i kombination med klimatdeklarationer för jordbruksprodukter.

Metodval för livscykelanalyser för jordbruksprodukter är inte alltid enkla. Flera faktorer som påverkar det beräknade resultatet är (Cederberg, 2010)

- Systemgränser
- Allokeringmetod när en process resulterar i flera produkter. Ett exempel på detta är när mjölkkor senare slaktas och köttet säljs.
- Det finns idag ingen tydlig metodik för hur effekterna av en förändrad markanvändning ska tas med i livscykelanalys. Detta har betydelse för de beräknade växthusgasutsläppen eftersom en förändrad markanvändning kan resultera i antingen en kolkälla eller kolsänka. Forskning pågår inom detta område, och en utveckling sker för att ta fram en gemensam metodik kring förändrad markanvändning.

3.5.3. Rekommendation

I detta avsnitt har livscykelanalyser för en rad produktgrupper sammanställts och medelvärden för växthusgasutsläpp har beräknats (Tabell 17- Tabell 20). Huvudkälla för resultaten från livscykelanalyserna är Lagerberg Fogelberg (2008) som på uppdrag av Livsmedelsverket värderat en omfattande litteratur om matens miljöpåverkan. Även resultat från senare livscykelanalyser ingår i beräkningarna av medelvärden för de respektive produktgrupperna. I Bilaga 2 återfinns grunddata med referenser till alla använda studier. Min- och maxvärden för växthusgasutsläpp redovisas även de, samt information om hur många studier som använts för att beräkna medelvärdena. Majoriteten av livscykelanalyserna gäller för Europa, men för kött- och vegetabilieproduktion ingår även studier från andra delar av världen. Det är dock viktigt att påpeka att livscykelanalyser ej är direkt jämförbara då olika systemgränser har valts i studierna. Att beräkna medelvärden på detta sätt innebär alltså vissa osäkerheter på grund av detta. Medelvärden bedöms ändå i denna rapport vara representativa för de olika produktgrupperna eftersom de gör att enskilda extremvärden får mindre betydelse.

De beräknade medelvärdena ska inte ses som några exakta värden men sammanfattar kunskapsläget om olika produktgruppers klimatpåverkan. Majoriteten av de studerade livscykelanalyserna omfattar primärproduktionen av olika livsmedel, från vagga till gårdsgrind. Vid beräkningar bör ett tillägg göras för de senare delarna i matens livscykel, det vill säga för transporter, tillagning och avfallshantering. Som schablonvärde kan den beräknade emissionsfaktorn divideras med 0,8. Enligt SIK står primärproduktionen för cirka 80 % av klimatpåverkan för jordbruksprodukter (Angervall m.fl., 2008).

Emissionsfaktorer för frukt, grönsaker, potatis och ris

Flera studier har visat att vegetabiliska produkter generellt har lägre klimatpåverkan än animaliska produkter (Lagerberg Fogelberg, 2008). Klimatpåverkan från vegetabiliska produkter kommer från användning av bränslen för uppvärmning av växthus och till maskiner, produktionen av dessa bränslen och av mineralgödsel, transporter och utsläpp från mark. Beroende på vilket system som väljs att studeras kan maskiner och dylikt inkluderas i livscykelanalysen, detta är dock ej praxis för mat (Röös & Tjärnmo, 2010). För frukt och grönsaker odlade på friland är det framförallt utsläpp av lustgas från mark som bidrar till utsläpp av växthusgaser. För växthusodlade grödor orsakar uppvärmning av växthusen, i de fall då fossila bränslen används, huvuddelen av utsläppen. Produktionssystem för frukt och grönsaker ser väldigt olika ut i olika delar av världen, vilket gör att de faktiska utsläppen av växthusgaser varierar. Även inom en produktgrupp kan utsläppen av växthusgaser variera mycket. Variationen beror bland annat på vilken odlingsmetod och vilka bränslen som används. I Tabell 17 ses beräknade medelvärden för emissionsfaktorer för grönsaker och frukt [g CO₂-ekv./kg grönsak respektive frukt].

Tabell 17 Emissionsfaktorer för grönsaker och frukt. Medelvärden är beräknade på publicerade livscykelanalyser. Värdena gäller för primärproduktion, från produktion till gårdsgrind. De flesta livscykelanalyserna gäller för Europa. Huvudkälla: Lagerberg Fogelberg (2008) för övriga källor se Bilaga 2

Produkt	Enhet	Medel	Min	Max	Antal värden
Morot	[kg CO2-ekv./kg]	0,231	0,036	0,650	8
Lök	[kg CO2-ekv./kg]	0,091	0,060	0,145	3
Tomat	[kg CO2-ekv./kg]	2,733	0,500	5,900	10
Gurka, åretrunkkultur	[kg CO2-ekv./kg]	3,810	2,300	4,650	5
Sallat, växthus vinter	[kg CO2-ekv./kg]	0,920	0,228	3,720	8
Äpple	[kg CO2-ekv./kg]	0,246	0,035	0,820	8
Jordgubbar	[kg CO2-ekv./kg]	0,400	0,400	0,400	1
Apelsin	[kg CO2-ekv./kg]	0,567	0,220	1,200	3
Melon	[kg CO2-ekv./kg]	6,050	1,100	11,000	2

Potentiell klimatpåverkan för ris, pasta, bröd och potatis ses i Tabell 18 [g CO2-ekv./kg råvara]. Potatis ger hög avkastning på relativt liten yta, vilket gör att dess klimatavtryck blir relativt lågt (Lagerberg Fogelberg, 2008). Risodling orsakar metanutsläpp då det sker i vattendränkta marker. Inga säkra data för utsläpp från risproduktion har hittats, men forskning pågår kring detta område (Lagerberg Fogelberg, 2008).

Tabell 18 Emissionsfaktorer för potatis, pasta, bröd och ris. Medelvärden är beräknade på publicerade livscykelanalyser. De flesta livscykelanalyserna gäller för Europa. Observera att värden redovisas separat för de tillagade produkterna. Huvudkälla: Lagerberg Fogelberg (2008) för övriga källor se Bilaga 2

Produkt	Enhet	Medel	Min	Max	Antal värden
Potatis	[kg CO2-ekv./kg]	0,113	0,073	0,160	5
Ris	[kg CO2-ekv./kg]	1,285	0,900	1,670	4
Bröd, hamburgerbröd	[kg CO2-ekv./kg]	0,930	0,930	0,930	1
Potatis, kokt inhemsk	[kg CO2-ekv./kg]	0,360	0,300	0,450	4
Ris, kokt	[kg CO2-ekv./kg]	1,300	1,300	1,300	1
Pasta, kokt	[kg CO2-ekv./kg]	1,100	1,100	1,100	1

Emissionsfaktorer för animaliska produkter

Animaliska produkter beräknas stå för cirka 80 % av jordbrukets växthusgasutsläpp globalt sett (Steinfeld m.fl., 2006). Djurproduktionen kan delas upp i två huvudgrupper: enkelmagade (t.ex. gris, kyckling) och flermagade djur (t.ex. nöt, getter, får) (Sonesson m.fl., 2010). För de enkelmagade djuren är lustgas den dominerande växthusgasen. Den kommer framförallt från fodertillverkning och gödselhantering. De flermagade djuren orsakar högre växthusgasutsläpp per kilo kött än de enkelmagade. För de flermagade djuren som idisslar dominerar metan bland växthusgaserna. Gödselhanteringen står endast för en mindre del av utsläppen.

Emissionsfaktorer för nötkött och mejeriprodukter

Nötkött kan produceras på en rad olika sätt (Sonesson m.fl., 2010). Framförallt så kan man göra en uppdelning mellan två system. Det ena systemet syftar endast till köttproduktion, man föder då upp biffkor. Det andra systemet syftar till att producera mjölk i första hand och kött i andra hand. Köttet blir då en biprodukt i form av kalvar och utfasade mjölkkor. I det senare fallet måste utsläppen av växthusgaser fördelas mellan de två produkterna i beräkningar. Det finns olika sätt att göra detta, vilka ger olika stor beräknad klimatpåverkan. Oftast är

klimatpåverkan från kött från mjölkkor lägre än den från biffkor eftersom utsläppen fördelats både på köttet och på mjölken. I Tabell 19 ses beräknade medelvärden för växthusgasutsläpp [g CO₂-ekv./kg kött] för nötkött. Den största delen av klimatpåverkan från nötkött och mjölkprodukter är metan som uppstår när djuren idisslar. Även typ av foder spelar roll för hur stor klimatpåverkan för nötköttet blir. När klimatavtryck beräknas för nötkött eller mjölk får avkastningen från produktionen stor betydelse i beräkningarna. Om produktionen har en hög avkastning blir klimatpåverkan per funktionell enhet lägre. I livscykelanalyser för mjölk är den funktionella enheten energi- och fettkorrigerad mjölk med en fetthalt på cirka 4 %.

Tabell 19 Emissionsfaktorer för animaliska produkter. Medelvärden är beräknade på publicerade livscykelanalyser. De flesta livscykelanalyserna gäller för Europa. Huvudkälla: Lagerberg Fogelberg (2008) för övriga källor se Bilaga 2

Produkt	Enhet	Medel	Min	Max	Antal värden
Nötkött från mjölkkor	[kg CO ₂ -ekv./kg benfritt kött]	24,2	15,0	41,0	13
Nötkött, kokt	[kg CO ₂ -ekv./kg benfritt kött]	30,0	30,0	30,0	1
Fläsk	[kg CO ₂ -ekv./kg benfritt kött]	5,1	3,4	8,8	13
Fläsk, stekt	[kg CO ₂ -ekv./kg benfritt kött]	9,3	9,3	9,3	1
Kyckling	[kg CO ₂ -ekv./kg benfritt kött]	3,1	1,6	6,7	8
Kyckling, tillagad	[kg CO ₂ -ekv./kg benfritt kött]	3,1	1,8	4,3	2
Sill, fryst	[kg CO ₂ -ekv./kg]	3,0	1,2	4,8	7
Torsk, stekt	[kg CO ₂ -ekv./kg]	8,5	8,5	8,5	1
Mjölk	[kg CO ₂ -ekv./kg]	1,1	0,8	1,5	14
Mejeriprodukter, färska	[kg CO ₂ -ekv./kg]	1,1	1,1	1,1	1
Ost	[kg CO ₂ -ekv./kg]	13,0	13,0	13,0	1
Ägg	[kg CO ₂ -ekv./kg]	1,4	1,4	1,5	2
Ägg, kokt	[kg CO ₂ -ekv./kg]	2,5	2,5	2,5	1

Emissionsfaktorer för fläskkött

Fodertillverkningen står för den största klimatpåverkan för fläskkött (Sonesson m.fl., 2010). En stor del av grisfodret utgörs av spannmål. Spannmålsodling orsakar direkta utsläpp av lustgas från gödsling och indirekta utsläpp från tillverkning av mineralgödsel. Hur grisarnas gödsel hanteras är också viktigt ur ett klimatperspektiv eftersom lustgas kan läcka från flytgödsel. Klimatavtrycket från fläskkött påverkas av hur många kultingar som föds, ju fler per sugga och år desto lägre utsläpp av växthusgaser. I Tabell 19 ses den beräknade klimatpåverkan [kg CO₂-ekv./kg kött] för fläskkött.

Emissionsfaktorer för kyckling och ägg

För kycklingproduktion är foderframställningen det steg som dominerar växthusgasutsläppen (Sonesson m.fl., 2010). I kalla klimat kan även uppvärmning av hallar kräva en betydande mängd energi. Beroende på vilken energikälla som används blir utsläppen olika betydande. Kyckling omsätter en stor andel av fodret till tillväxt, vilket gör att klimatavtrycket blir relativt lågt i jämförelse med till andra typer av kött. I Tabell 19 ses den beräknade klimatpåverkan [g CO₂-ekv./kg kött] för kyckling. Få livscykelanalyser har hittats för ägg. I Tabell 19 ses den beräknade klimatpåverkan [g CO₂-ekv./kg produkt] för ägg från två publikationer.

Emissionsfaktorer för fisk

Fisk kan delas upp i två kategorier; vildfångad och odlad. För vildfångad fisk sker den största klimatpåverkan till havs då dieselmotorer ombord släpper ut koldioxid (Sonesson m.fl., 2010).

En annan stor del av utsläppen är läckage av köldmedier på fiskebåtarna. Den vildfångade fiskens klimatpåverkan kan skilja sig mycket åt beroende på hur fisket sker men också på vilken art som fångats. För odlad fisk har fodertillverkningen störst klimatpåverkan. Arter som lax och torsk är rovfiskar vilka kräver fiskfoder, detta kräver mycket energi vid tillverkningen. I Tabell 19 ses den beräknade klimatpåverkan [kg CO₂-ekv./kg] för fisk.

3.2.3. Emissionsfaktorer för dryck

Livscykelanalyser för drycker är inte lika förekommande i litteraturen som de för mat. I Tabell 20 ses en sammanställning av påträffade studier. För drycker har typ av förpackning stor påverkan, typ av material och återvinningsgrad påverkar klimatavtrycket för produkten.

Tabell 20 Emissionsfaktorer för drycker. Medelvärden är beräknade på publicerade livscykelanalyser. De flesta livscykelanalyserna gäller för Europa. Källor: Lagerberg Fogelberg (2008) samt Beccali m.fl. (2010). För övriga källor se Bilaga 2

Produkt	Enhet	Medel	Min	Max	Antal värden
Öl, mellan	[kg CO ₂ -ekv./l]	1,10	0,54	2,00	3
Mineralvatten	[kg CO ₂ -ekv./l]	0,11	0,04	0,18	2
Läskedryck	[kg CO ₂ -ekv./l]	0,50	0,50	0,50	1
Vin	[kg CO ₂ -ekv./l]	1,32	1,00	2,00	5
Fruktjuice	[kg CO ₂ -ekv./l]	0,85	0,80	0,90	2
Kaffe	[kg CO ₂ -ekv./l]	0,53	0,46	0,60	2
Te	[kg CO ₂ -ekv./l]	0,20	0,20	0,20	1

3.2.4. Beräknade emissionsfaktorer för måltider

Baserat på ovanstående emissionsfaktorer kan växthusgasutsläpp beräknas för tre typiska måltider (Tabell 21). En genomsnittsfrukost bestående av bröd, ost, juice, kaffe och yoghurt motsvarar cirka 1 kg CO₂-ekv. Detta värde har beräknats med antaganden om att emissionsfaktorn för hamburgerbröd kan användas för bröd i brist på data. En lunch bestående av pasta, kyckling, morot och mineralvatten motsvarar 0,8 kg CO₂-ekv. En middag bestående av nötkött, potatis, tomat, sallad och öl motsvarar cirka 5,2 kg CO₂-ekv. Vid beräkningarna har en vikt av den aktuella produkten uppskattats och multiplicerats med emissionsfaktorn för produktgruppen. De olika emissionsfaktorerna för de ingående matvarorna summeras sedan till en total emissionsfaktor. För att ta hänsyn till produkternas hela livscykel har den beräknade totala emissionsfaktorn dividerats med 0,8. Växthusgasutsläppen från primärproduktionen har antagits vara 80 % av de totala växthusgasutsläppen.

Tabell 21 Beräknad potentiell klimatpåverkan för en frukost, lunch och middag.

Måltid	Produkt	Enhet	Mängd	GWP	Enhet GWP	Klimatpåverkan
						[kg CO ₂ -ekv./portion]
Frukost	Bröd	[g]	60	0,9	[kg CO ₂ -ekv./kg]	0,06
	Ost	[g]	20	13,0	[kg CO ₂ -ekv./kg]	0,26
	Yoghurt	[g]	250	1,1	[kg CO ₂ -ekv./kg]	0,27
	Juice	[l]	0,2	0,9	[kg CO ₂ -ekv./l]	0,17
	Kaffe	[l]	0,15	0,5	[kg CO ₂ -ekv./l]	0,08
	Summa					0,83
	Summa med tillägg för transport och tillagning					1,04
Lunch	Ris (okokt)	[g]	100	1,3	[kg CO ₂ -ekv./kg]	0,13
	Kyckling (rå)	[g]	150	3,1	[kg CO ₂ -ekv./kg]	0,47
	Morot	[g]	80	0,2	[kg CO ₂ -ekv./kg]	0,02
	Mineralvatten	[l]	0,33	0,1	[kg CO ₂ -ekv./l]	0,04
	Summa					0,65
	Summa med tillägg för transport och tillagning					0,82
Middag	Potatis (okokt)	[g]	200	0,1	[kg CO ₂ -ekv./kg]	0,02
	Nötkött (rått)	[g]	150	24,0	[kg CO ₂ -ekv./kg]	3,60
	Tomat	[g]	80	2,7	[kg CO ₂ -ekv./kg]	0,22
	Öl	[l]	0,33	1,1	[kg CO ₂ -ekv./l]	0,36
	Summa					4,20
	Summa med tillägg för transport och tillagning					5,25

Klimatpåverkan för hela måltider i Sverige har beräknats av Davis & Sonesson (2008). De har i en studie jämfört flera likvärdiga måltider med avseende på protein, fett och kolhydrater. Måltidernas hela livscykel togs i beaktning. Den ena måltiden bestod av potatis (350 g), tomat (90 g), bröd (100 g) samt fläskkotlett (100 g). Den andra måltiden bestod av en vegetarisk burgare (275 g), bröd (80 g) och tomat (90 g). Till båda målen serverades 3 dl vatten. Enligt studien var klimatpåverkan för fläskkotlett måltiden cirka 1,2 kg CO₂-ekv./måltid och för den vegetariska måltiden cirka 0,55 kg CO₂-ekv./måltid.

Uppdatering emissionsfaktorer mat

Mycket forskning pågår inom detta område och nya livscykelanalyser publiceras kontinuerligt inom området. De beräknade medelvärden som ingår i denna text är baserade på livscykelanalyser som är publicerade fram till våren 2010. I Sverige publicerar SIK många livscykelanalyser för mat. Vissa av deras rapporter publiceras på deras hemsida: <http://www.sik.se/> och kan laddas ned gratis. Forskning pågår även vid universitet, bland dessa är Sveriges lantbruksuniversitet, aktiva; <http://www.slu.se/>.

3.5.4. Diskussion

Vid beräkningar av växthusgasutsläpp för mat kan de presenterade medelvärdena på växthusgasutsläpp för de olika produktgrupperna (produktion till gårdsgrind) användas. De är de bästa data som hittats under litteraturstudien. Ett tillägg för produktens senare del i livscykeln (transporter, tillagning och avfallshantering) bör göras. Förslagsvis divideras emissionsfaktorn för produktion-gårdsgrind med en faktor 0,8. Detta bygger på antagandet att växthusgasutsläppen för produkten fram till gårdsgrind är 80 % av de totala utsläppen (Angervall m.fl., 2008).

Från studierna kan man dra generella slutsatser om skillnaden i växthusgasutsläpp orsakade

av olika produktgrupper. Animaliska produkter har betydligt större klimatpåverkan än vegetabiliska produkter. Bland kött så har kyckling de lägsta utsläppen och nöt de högsta. Livsmedelsverket har i sina kostråd (Livsmedelsverket, 2009) tipsat om att man kan minska sitt klimatavtryck genom att äta mer säsongsanpassat och närproducerat samt minska sin köttkonsumtion.

Livscykelanalyser är utvecklade för produkter från industriella processer, inte från jordbruksprocesser. Detta gör att metoden har vissa begränsningar när det kommer till mat. Systemgränser, allokeringmetoder och osäkerhet i indata är i vissa fall svårare för dessa produkter än för andra. Det är en brist i dagens livscykelanalyser att konsekvenserna av en förändrad markanvändning inte ingår. Som flera forskare påpekar (Cederberg, 2010; Rööf m.fl., 2010) finns stora osäkerheter kopplade till klimatavtryck för mat. Osäkerheterna kommer delvis av att jordbruksprodukter kommer från processer som varierar naturligt, samt att kunskapen om markens växthusgasutsläpp är bristfällig.

De beräknade siffrorna på växthusgasutsläpp per måltid ska ses som ett exempel. Många faktorer avgör de faktiska koldioxidutsläppen för en måltid, framförallt vilka varor som används och hur de tillagas.

3.6. MATERIAL

3.6.1. Vetenskaplig grund

I följande avsnitt presenteras information om tre typer av material: aluminium, nylon och polyester. För alla typerna av material har information sökts om både jungfruligt och återvunnet material. Klimatpåverkan för material orsakas framförallt vid energiförbrukning under utvinnings- och tillverkningsprocesser. Transporter under livscykeln ger, även de, upphov till utsläpp av växthusgaser. Vilken typ av energikälla som används är avgörande för hur stora de faktiska växthusgasutsläppen blir.

Aluminium

Aluminium är ett metalliskt grundämne som har den kemiska beteckningen Al (Nationalencyklopedin, 2010a). I naturen förekommer det, bundet till andra grundämnen, i ett antal mineraler och bergarter. Aluminium framställs industriellt av bergarten bauxit. Bauxit består till största del av aluminiumhydroxid som kan betecknas $\text{AlO}_x(\text{OH})_{3-2x}$, där x varierar mellan 0 och 1 (Nationalencyklopedin 2010b).

En typisk livscykelanalys för en aluminiumprodukt kan innehålla följande delar (IIA,2010)

- Extrahering av aluminiumhydroxiden från bauxiten. Detta sker genom den så kallade Bayerprocessen, då den finmalda bauxiten behandlas med bland annat natriumhydroxid under högt tryck och hög temperatur (Nationalencyklopedin, 2010a). Då bildas en lösning av bland annat aluminat. Från denna kan järnoxider skiljas av. Aluminiumhydroxid, $\text{Al}(\text{OH})_3$, fälls ut från aluminatet. Från aluminiumhydroxid bildas sedan aluminiumoxid, Al_2O_3 , som utgör råmaterialet för aluminium.
- Primärproduktion av aluminium. I detta steg genomgår aluminiumoxiden en elektrolys i den så kallade Hall-Héroult-processen (Nationalencyklopedin, 2010a).
- Förtillverkning av till exempel aluminiummark som sedan används i andra produkter.
- Framställning av den färdiga produkten där aluminium ingår.
- Användning av produkten.
- Återvinning av produktens beståndsdelar.

I detta avsnitt söks information för de första fyra stegen i aluminiums livscykel, det vill säga från utvinning av bauxit till primärproduktion av aluminiumtackor som sedan kan användas i andra produkter.

Textilfibrer

Textilfibrer är de byggstenar som utgör textilier (Nationalencyklopedin, 2010c). Enligt Nationalencyklopedin delas de upp i naturfibrer och konstfibrer. Konstfibrer har tre undergrupper; regenatfibrer, syntetfibrer och övriga. Både nylon och polyester tillhör gruppen syntetfibrer. Dessa tillverkas av oljebaserade syntetiskt framställda polymerer. En polymer består av kedjeformade molekyler som ofta är organiska (Nationalencyklopedin, 2010d). Dessa molekyler är uppbyggda av monomerer, mindre molekyler som binds kovalent till varandra. Nylon och polyester framställs med så kallad smältspinning. Den smälta polymermassan trycks ut genom ett munstycke och bildar filament som sedan stelnar i ett kallt luftflöde.

Nylon

Definitionen av nylon är enligt Nationalencyklopedin ”ett samlingsnamn för syntetfibrer baserade på linjära ickearomatiska polyamider, bestående av en eller två monomerer” (Nationalencyklopedin, 2010e). Av polyamiderna är nylon 6 och nylon 66 de mest kända. Skillnaden mellan dessa två är att det är olika många kolatomer i kedjan mellan kväveatomerna.

Polyester

Polyester definieras enligt Nationalencyklopedin som en polymer med estergrupper (Nationalencyklopedin, 2010f). Det finns olika typer av polyester och de återfinns i exempelvis plaster och färg. En uppdelning görs mellan mättad och omättad polyester. Polyester som används i syntetfibrer är en mättad polyester. Den består oftast av polyetylentereftalat och en diol. PET-flaskor består även de av polyetylentereftalat.

3.6.2. Hur beräkna klimatpåverkan från material?

Klimatpåverkan för olika typer av material från ”vagga till fabriksgrind” återfinns som livscykelinventeringsdata, LCI-data (Carlson & Pålsson, 2008). För att ta fram denna typ av data görs analyser av de flöden av energi och material som uppkommer vid produktion av de aktuella materialen. Resultatet av analysen är information om olika sorters miljöpåverkan. En av miljöpåverkanskategorierna är potentiell klimatpåverkan, det vill säga hur stora utsläpp av växthusgaser som materialet ger upphov till. LCI-data är framtagna av olika aktörer i syfte att utgöra basen för livscykelanalyser där de aktuella materialen ingår. Det finns idag ett flertal kommersiella LCI-databaser som kan köpas, bland annat Ecoinvent 2,1 (Ecoinvent, 2010).

3.6.3. Rekommendation

Nedan följer en kort sammanställning av de LCI-data som påträffats under litteraturstudien för aluminium, nylon och polyester. Vid beräkningar av klimatpåverkan för dessa material kan LCI-data från någon av dessa studier användas, se även diskussionen om dessa data i avsnitt 3.6.4. För aluminium presenteras i detta avsnitt data för olika geografiska områden, där väljs de LCI-data som bedöms vara mest representativa för det aktuella fallet.

Vid litteraturstudien återfanns livscykelinventeringsdata för aluminium i en mindre

(Återvinningsindustrierna, 2002) och i två omfattande studier, IIA (2007) och EAA (2008).

International Institute for Aluminium, IIA, är ett forum för världens aluminiumproducenter (IIA, 2010). År 2010 var 27 företag medlemmar i IIA, dessa stod då tillsammans för mer än 80 % av världens primäraluminiumproduktion. År 2007 publicerade IIA en rapport med livscykelinventerings data för global primärproduktion av aluminium (IIA, 2007). Rapporten är baserad på data från år 2005. Syftet med rapporten är att kartlägga aluminiumbranschens miljöpåverkan och att dessa LCI-data skall utgöra bas för livscykelanalyser för aluminiumprodukter. Följande processer omfattas av rapporten; bauxitbrytning, aluminiumoxidproduktion, anodproduktion (två olika sorter), elektrolys samt gjutning av aluminiumtackor. Transporter i produktionskedjan omfattas inte. Växthusgasutsläppen beräknas i IIA:s studie till cirka 9,8 kg CO₂-ekv. per kg producerad aluminiumtacka. De växthusgasutsläpp som beräknats avser inflöden och produktion av material samt förbrukning av fossila bränslen och elektricitet. För att ta hänsyn till växthusgasutsläpp för transporter kan cirka 0,7 kg CO₂-ekv. per kg aluminium läggas till.

European Aluminium Association, EAA, publicerade år 2008 en rapport med LCI-data för aluminiumproduktion i Europa (EAA, 2008). Rapporten består av fyra olika typer av data; en för primärproduktion, en för förtillverkning, en för smältning av aluminiumrester från primärproduktion samt en för återvinning. För primärproduktion av aluminium ingår följande processer i EAA:s inventering; brytning av bauxit, aluminiumoxidproduktion, elektrolys, gjutning av aluminiumtackor, tillverkning av anoder samt tillverkning av råmaterial. Transporter ingår i studien. Datasetet för återvinning av aluminium har 1 ton aluminiumtacka som funktionell enhet. LCI-datat avser en mix av det aluminium som återvinns i Europa. Återvinning av aluminium är olika effektiv beroende bland annat på vilket typ av material som används. EAA rekommenderar att man utför specifika analyser för återvinning av aluminium om man är intresserad av mer noggranna data. EAA betonar i sin rapport att de beräknade växthusgasutsläppen endast är informativa och ej bör användas för att jämföra olika typer av material. Istället bör jämförelser bygga på hela livscykelanalyser. Vid beräkningarna gör EAA följande antaganden; all bauxit bryts utanför Europa och importeras hit. Av den använda aluminiumoxiden beräknas 70 % tillverkas i Europa och 30 % importeras hit. EAA (2008) beräknar de totala växthusgasutsläppen för primärproduktion av aluminium till 9,68 kg CO₂-ekv./kg aluminiumtacka. För återvunnet aluminium är siffran 0,51 kg CO₂-ekv./kg aluminiumtacka och för smälta aluminiumrester 0,32 kg CO₂-ekv./kg aluminiumtacka. De värden som EAA har tagit fram har granskats av en oberoende expert, prof. Klöpffer.

Återvinningsindustrierna publicerade år 2002 en rapport om miljöfördelarna med återvinning (Återvinningsindustrierna, 2002). Rapporten är framtagen av Miljökompassen, med bakgrundsdata från CIT Ekologik. Syftet med rapporten är att visa på miljöfördelarna med att återvinna material. Rapporten tar upp växthusgasutsläpp och energiförbrukning för jungfruligt och återvunnet aluminium. Den beräknade klimatpåverkan för ett kg jungfruligt aluminium är 13 kg CO₂-ekv./kg, för återvunnet aluminium är siffran 0,6 kg CO₂-ekv./kg. I rapporten betonas att siffrorna är teoretiska storlekstal och att de bör användas med försiktighet. Systemgränserna för materialet avser ”vagga till grind” för jungfruligt material och ”insamling till grind” för återvunnet material. Beräkningarna är baserade på antagandet om en europeisk energimix. Ingen information finns i rapporten om hur siffrorna tagits fram, vilka systemgränser som använts, vilket är som avses och liknande. I Tabell 22 visas en sammanställning av de LCI-data för aluminium som påträffats under litteraturstudien.

Tabell 22 Utsläpp av växthusgaser för produktion av jungfruligt och återvunnet aluminium
Källa EAA (2008), IIA (2007) samt Återvinningsindustrierna (2002)

Ursprung	Jungfruligt Återvunnet Återsmält			Källa
	Al	Al	Al	
Europa [kg CO ₂ -ekv./kg Al]	9,68	0,51	0,32	EAA (2008)
Europa [kg CO ₂ -ekv./kg Al]	13,00	0,60		Återvinningsindustrierna (2002)
Världen [kg CO ₂ -ekv./kg Al]	9,81			IIA (2007)

Nylon

Association of Plastic Manufacturers Europe har publicerat Eco-profiles för primär produktion av Nylon 6 och Nylon 66 (APME, 2005a respektive APME 2005b). Dessa dokument innehåller LCI-data från ”vagga till grind” där växthusgasutsläpp är en av miljöpåverkanskategorierna. Följande processer ingår i systemet som analyseras av APME; utvinning och förädling av icke-förnybara resurser, odling och förädling av förnybara resurser, tillverkningsprocesser, transporter av material, bränsle och dylikt, samt avfallshantering vid produktionsanläggningen (APME, 2009). Den information som APME har tagit fram om polymera material används idag av yrkesverksamma inom livscykelanalys, deras data ingår även i flera kommersiella LCA-databaser (APME, 2009). Växthusgasutsläppen för nylon 6 har av APME beräknats till 9,1 kg CO₂-ekv./kg material. För nylon 66 är de beräknade växthusgasutsläppen 7,9 kg CO₂-ekv./kg material.

Vid litteratursökningen var det svårt att hitta information om återvunnet nylon, vilket kan bero på att denna process fortfarande är ovanlig. Den information som hittats är av varierande kvalitet, framförallt handlar det om företags egna uttalanden om hur stor miljövinsten blir för att återvinna material. I samband med en lansering av återvunnen nylon, år 2007, publicerade Mipan, ett koreanskt företag, en artikel där de anger att kläder tillverkade med återvunnen nylon 6 bara förbrukar en sjättedel av den energin och släpper ut en femtedel av de växthusgaser som skulle ha blivit resultatet för jungfruligt nylon (Mipan, 2007).

Polyester

Få LCI-data har påträffats under litteraturstudien för polyester. Den nyaste relevanta information som har hittats är en studie av APME (2010) som innehåller LCI-data för material till PET-flaskor. APME:s studie ger information om PET-bottle grade, det vill säga grunden för PET-flaskor (APME, 2010). De första stegen i tillverkningen av polyester leder till amorft PET, som sedan kan formas vidare till filmer, eller till grund för PET-flaskor. Detta gör att LCI-data för PET-flaskor kan vara intressant även när information söks om polyester. Referensåret för APME:s studie är år 2008. Data har samlats in från APME:s medlemmar i Europa. APME beräknar växthusgasutsläppen för tillverkning av grunden till en PET-flaska till 2,15 kg CO₂-ekv./kg material.

Vid litteratursökningen påträffades en livscykelanalys för lakan som delvis bestod av polyester; Kallila & Nousiainen (1999). I studien ingår bland annat LCI-data för polyester. Dessa data är baserade på en genomförd litteratursökning av Kallila & Nousiainen, det framgår dock inte exakt i artikeln vilka källorna för LCI-datat för polyester är. Enligt rapporten ger primärproduktion av polyesterfiber upphov till cirka 2,3 kg CO₂-ekv./kg fiber.

Vid litteratursökningen påträffades mycket lite information om återvunnen polyester. Dock påträffades en rapport av Patagonia, ett företag som använder sig av återvunnet polyester. Friluftsföretaget Patagonia använder återvunnen polyester från det japanska företaget Teijin i

sina plagg (Patagonia, 2005). Patagonia har ett eget system där kunderna får lämna tillbaka sina polyesterprodukter som skickas till Tejin i Japan för återvinning. Patagonia har i samarbete med Tejin gjort en studie om klimatpåverkan från denna återvinning (Patagonia, 2005). Den funktionella enheten i studien är ett ton DMT, en delprodukt i polyestertillverkning. I studien utvärderas tre alternativ för produktion av DMT. Det första alternativet är att Tejin tillverkar DMT från jungfruliga råvaror, det andra är att de tillverkar DMT av återvunnen polyester insamlad i Japan. Det tredje alternativet är att Tejin tillverkar DMT av återvunnen polyester insamlad i USA och skeppad till Japan. Det framgår inte av dokumentet hur siffror för energiförbrukning och CO₂ har tagits fram, bara att Tejin tillhandahållit dessa. Alternativ ett resulterade i 4,18 kg CO₂/kg DMT (jungfrulig) av dessa kommer 2,08 kg CO₂ från själva produktionen och 2,1 kg CO₂ från förbränningen av gamla polyesterkläder. Alternativ två resulterade i 0,98 kg CO₂/kg DMT och för alternativ tre blev de beräknade växthusgasutsläppen 1,20 kg CO₂/kg DMT.

3.6.4. Diskussion

I aluminiumproduktion är det framförallt energiförbrukning och transporter som orsakar utsläpp av växthusgaser. Elektrolysen i aluminiumproduktionen kräver mycket energi, så vilken energi som används får stor betydelse för hur stora utsläppen av växthusgaser blir.

För aluminium håller både EAA och IIA:s data hög kvalitet, dessa bedöms vara representativa LCI-data för aluminiumindustrin. Det är viktigt att understryka att de två undersökningarna inte har samma systemgränser. EAA:s undersökning omfattar, till skillnad från IIA:s undersökning, transporter och tillverkning av material som behövs vid exempelvis anodproduktion. Vid återvinning av aluminium beror energiförbrukningen mycket på vilken typ av processer som används, data för återvunnet aluminium ska därför ses som en uppskattning.

Återvinningsindustriernas rapport kan ge en grov uppskattning av miljöfördelarna med återvunnet material. Rapporten redovisar dock inte vilka antaganden som gjorts vid beräkningarna, vilket är en brist.

Som EAA betonar så är miljöpåverkansindikatorer endast informativa, och bör användas som grund för livscykelanalyser. Dock har inga andra data för klimatpåverkan för aluminium hittats därför får dessa, trots EAA:s påpekande, anses vara relevanta för detta examensarbets syfte.

Både nylon och polyester kräver vid nytillverkning fossila resurser. Om de eldas i avfallsbränning ger detta upphov till utsläpp av växthusgaser. För nylon och polyester är alltså växthusgasutsläppen mycket högre för en analys ”vagga till grav” (LCA) än vad den är för en analys ”vagga till grind” (LCI). Det är viktigt att ta ställning vid klimatberäkningar till vilket system man vill studera. Om man vill jämföra olika produktionsmaterial med varandra bör livscykelanalyser, ”vagga till grav”, användas.

För LCI-data för nylon och polyester är det energiförbrukning i tillverkningsprocessen och transporter som orsakar utsläpp av växthusgaser. För nylon finns bra data för europeisk produktion av nylon 6 och nylon 66 att tillgå från Eco-profiles från APME. Dessa data används idag för livscykelanalyser enligt APME. Återvinning av nylon är ännu ett nytt fenomen och det är svårt att hitta LCI-data kring detta. Det är rimligt att anta att en betydande energibesparing sker och att man på detta sätt också minskar klimatpåverkan vid tillverkning

av återvunnet nylon jämfört med jungfruligt material. De uttalanden som har hittats om miljöfördelar med återvunnet nylon är gjorda av producenter i branschen utan referenser till underliggande studier. Detta gör dessa uttalanden osäkra.

För polyester kan de LCI-data som hittats i Kallila & Nousiainen (1999) vara ett riktmärke för hur mycket växthusgasutsläpp som kan orsakas av produktionen. Dock finns ingen tydlig källa angiven och inte heller mer information om till exempel referensår och systemgränser. APME:s data för grunden till PET-flaskor är nyare än de data som Kallila & Nousiainen publicerat. Dock handlar dessa data om en annan typ av PET som är gjord för att användas i flaskor. Detta är givetvis inte samma sak som polyestertyg, som tillverkas på ett annat sätt. Möjligen kan dessa siffror ändå erbjuda en grov uppskattning. Återvunnen polyester kräver mindre energi än nytillverkad. Patagonias undersökning är den enda som påträffats under litteraturstudien och får därför tjäna som en uppskattning.

3.7. ÖVERGRIPANDE DISKUSSION

Att beräkna växthusgasutsläpp för olika aktiviteter och tjänster är ett relativt nytt område. En ökad medvetenhet om växthuseffekten har skapat en efterfrågan efter mer information om hur klimatet påverkas av olika aktiviteter (Foley, 2010). Idag utförs klimatberäkningar av en mängd olika aktörer, konsulter, forskare och företag. Syftena för beräkningarna skiljer sig åt och därmed även beräkningsmetoderna. För klimatberäkningar i bokföringssyfte finns det ett flertal standarder, däribland GHG Protocol (GHG Protocol, 2010). Idag används olika emissionsfaktorer vid bokföring av en organisations klimatpåverkan.

De beräknade emissionsfaktorer som har påträffats under litteraturstudien skiljer sig mycket åt. Vid beräkningarna av dessa har bland annat olika dataunderlag, enheter och tidsperspektiv använts. För att kunna analysera publicerade emissionsfaktorer är det alltså viktigt att vara uppmärksam på vilka antaganden och systemgränser som har använts.

IPCC:s beräkningsmetoder är framtagna för nationell bokföring av växthusgaser (Naturvårdsverket, 2010a). De är alltså inte avsedda för företagsbokföring. Företag som är skyldiga att rapportera sina växthusgasutsläpp enligt Kyotoprotokollet använder sig av IPCC:s beräkningsmetoder. Många av dessa bolag publicerar sedan de beräknade emissionsfaktorerna. Dessa siffror har inte ett livscykelperspektiv och omfattar endast förbränning av fossila bränslen, vilket gör att de inte är lämpliga att använda vid bokföring ur ett konsumtionsperspektiv.

När klimatberäkningar ska utföras för en tjänst eller en produkt bör ett livscykelperspektiv användas. Detta för att en så stor del som möjligt av de växthusgasutsläpp som produkten eller tjänsten har gett upphov till ska ingå. För klimatberäkningar som ligger till grund för klimatkompensering blir livscykelperspektivet extra viktigt eftersom kundens avsikt är att ta ansvar för alla de växthusgasutsläpp som konsumtionen har gett upphov till.

Valet av systemgräns blir avgörande för de beräknade växthusgasutsläppen. I processer där flera produkter produceras samtidigt behöver en allokering, fördelning, göras av växthusgasutsläppen. Valet av allokeringsmetod spelar i dessa fall en avgörande roll. För exempelvis fjärrvärme producerad i kraftvärmeverk är det viktigt att fråga hur leverantören allokerat de insatta bränslena (avsnitt 3.2.2).

För alla studerade områden utom mat baseras de föreslagna emissionsfaktorerna på

energiförbrukning. Alla typer av energibärare tas med i beräkningarna, även biobränslen och förnybara energikällor, då även dessa ger upphov till klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv. De emissionsfaktorer som har använts i beräkningarna är de som har bedömts komma från trovärdiga källor, bland annat Naturvårdsverket (2006) och IVL (Uppenberg m.fl., 2001). Valet av emissionsfaktorer för energibärare spelar en avgörande roll i hur stora de beräknade emissionsfaktorerna blir. Det är därför viktigt att följa forskningen på detta område och att använda så uppdaterade emissionsfaktorer som möjligt, till exempel IVL:s uppdaterade *Miljöfaktabok för bränslen* som kommer att publiceras hösten 2010.

Att basera klimatberäkningar på energiförbrukning innebär för alla studerade områden en förenkling eftersom man bortser från de växthusgasutsläpp som uppkommit vid produktion av exempelvis byggnader och material. De faktiska växthusgasutsläppen är alltså något högre än de beräknade emissionsfaktorerna. För klimatberäkningar för el (avsnitt 3.1.3) och fjärrvärme (avsnitt 3.2.3) ger energiförbrukningen i driftsfasen en god bild av de faktiska växthusgasutsläppen. Livscykelanalyser har visat att själva byggnadens livscykel endast står för en mindre del av de totala växthusgasutsläppen (Svensk Fjärrvärm, 2003). För taxi (avsnitt 3.4.3) och hotell (avsnitt 3.3.3) är klimatberäkningar baserade på energiförbrukning i drift ett praktiskt sätt att räkna. För dessa områden är dock själva byggnaden respektive bilen förutsättningen för att taxiresan/hotellnatten ska vara möjlig. Här kan alltså tillägg för bilen respektive byggnaden vara intressanta att diskutera. I de påträffade studierna ingår dock inte detta.

Vilken emissionsfaktor som används för el får betydelse även när andra emissionsfaktorer ska beräknas. I detta examensarbete ingår el i beräkningarna av emissionsfaktorer för fjärrvärme (avsnitt 3.2.3) och hotell (avsnitt 3.3.3). Miljövärdering av el har visat sig vara en komplicerad fråga. Olika aktörer använder sig av olika perspektiv när de beräknar elens klimatpåverkan. Nordisk elmix är enligt flera studier (Engström m.fl., 2009) det sätt att miljövärdera el som bäst beskriver svenska förhållanden. Problemet när det gäller beräkningarna av utsläpp från en nordisk elmix är att de nordiska elleverantörerna inte presenterar de insatta bränslena som använts i elproduktionen, vilket gör att beräkningarna förlorar i noggrannhet.

För områdena mat (avsnitt 3.5.3) och material (avsnitt 3.6.3) har emissionsfaktorer baserade på livscykelanalyser föreslagits. Livscykelanalyser är den mest tillförlitliga information om klimatpåverkan som finns att tillgå. När det gäller resultat från livscykelanalyser så är det viktigt att undersöka vilka systemgränser och allokeringmetoder som valts. De presenterade emissionsfaktorerna för mat och material har alla ett "vagga till fabriksgrind" perspektiv vilket innebär att tillägg bör göras för den senare delen i produkternas livscykel. För vissa typer av material, till exempel plaster, blir det en stor skillnad i resultatet mellan en "vagga till grind" och en "vagga till grav" analys eftersom de vid avfallsförbränning ger upphov till växthusgaser. Det ska dock understrykas att även växthusgasutsläpp från de senare faserna i livscykeln för produkter varierar mycket, beroende på till exempel typ av avfallsbehandling.

Växthusgasutsläpp från matproduktion (avsnitt 3.5.1) kommer inte bara från energiförbrukning utan även från naturliga processer. Växthusgasutsläpp med biogent ursprung, från till exempel djur och markanvändning, står för en stor del av jordbrukets växthusgasutsläpp. Detta medför vissa osäkerheter i de beräknade emissionsfaktorerna för olika typer av mat. Detta har flera orsaker bland annat att naturliga processer varierar från år till år och att kännedomen om vissa markprocesser fortfarande är begränsad. Mycket forskning pågår dock inom området.

De beräknade emissionsfaktorerna för de olika områdena är representativa och bygger på bästa tillgängliga data. Det är viktigt att vara medveten om att de är uppskattningar av växthusgasutsläppen och innehåller vissa osäkerheter. Osäkerheterna kommer bland annat från indata, använda emissionsfaktorer och antaganden. De föreslagna emissionsfaktorerna har alla ett livscykelperspektiv och omfattar alla typer av energibärare. Detta gör att de kan användas vid bokföring av en organisations klimatpåverkan.

4. SLUTSATSER

- Klimatpåverkan för fjärrvärme, el, hotell, taxi och material kommer i huvudsak från energiförbrukningen.
- För mat uppstår växthusgasutsläpp, förutom från energiförbrukningen, från naturliga processer som koldioxid- och lustgasutsläpp från markanvändning och metanutsläpp från idisslande djur.
- Olika aktörer använder sig av olika metoder för att beräkna emissionsfaktorer för produkter och tjänster. Valet av bland annat indata, allokeringmetod och systemgräns vid beräkning av emissionsfaktorer får en avgörande roll för resultatet.
- Vissa företag, till exempel fjärrvärmebolag, beräknar växthusgasutsläpp för produkter i enlighet med IPCC:s beräkningsmetoder. Dessa beräknade emissionsfaktorer omfattar endast förbränning av fossila bränslen och är därför inte lämpliga att använda vid bokföring av en organisations klimatpåverkan.
- För klimatberäkningar för områdena el, fjärrvärme, hotell och taxi rekommenderas att beräkningarna baseras på en genomsnittlig energiförbrukning. Alla typer av energibärare bör ingå och de använda emissionsfaktorer bör ha ett livscykelperspektiv. Att basera klimatberäkningar på energiförbrukning är en förenkling som underskattar de faktiska växthusgasutsläppen något. De föreslagna emissionsfaktorerna innehåller alla vissa osäkerheter som bland annat beror på datakvalité, antaganden och systemgränser. Emissionsfaktorerna kan trots detta sägas vara representativa då de bygger på bästa tillgängliga data.
- De beräknade emissionsfaktorerna för el och fjärrvärme bör uppdateras årligen eftersom växthusgasutsläppen från produktionen skiljer sig mycket från år till år.
- De beräknade emissionsfaktorerna för hotell och taxi innehåller en viss osäkerhet som beror på att variationen i energiförbrukning är stor mellan olika företag.
- Fördelningen av växthusgasutsläpp i kraftvärmeverk kan göras med ett antal olika allokeringmetoder, vilken metod som används får stor påverkan på det beräknade resultatet både för el och för fjärrvärme.
- För mat och material presenteras data från livscykelinventeringar. Studierna omfattar analyser från ”vagga till grind”, därför bör ett tillägg göras för de senare delarna i produkternas livscykler.

5. REFERENSER

Tryckta referenser

Angervall, T., Sonesson, U., Ziegler, F., Cederberg, C., (2008), *Mat och klimat En sammanfattning om matens klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv*, SIK-Rapport Nr 776 2008

APME, (2005a), Association of Plastic Manufacturers, Europe Eco-profiles of the European Plastics Industry Polyamide 6 (Nylon 6). Kan hämtas på:

<http://lca.plasticseurope.org/n6-8.htm>

APME, (2005b), Association of Plastic Manufacturers, Europe Eco-profiles of the European Plastics Industry Polyamide 66 (Nylon 66). Kan hämtas på:

<http://lca.plasticseurope.org/n666.htm>

APME, (2009), Association of Plastic Manufacturers, Eco-profiles and Environmental Declarations Life Cycle Inventory Methodology. Kan hämtas på:

<http://www.plasticseurope.org/Content/Default.asp?PageName=openfile&DocRef=20071012-002>

APME, (2010), Association of Plastic Manufacturers, Eco-profiles of the European Plastics Industry Polyethylene Terephthalate (PET) (bottle grade). Kan hämtas på:

<http://lca.plasticseurope.org/petbot5.htm>

Baumann, H., Tillman, A-M., (2004), *The Hitch Hiker's Guide to LCA*, Studentlitteratur, Lund

Becken, S., Frampton, C., Simmons, D., (2001), Energy consumption patterns in the accommodation sector—the New Zealand case, *Ecological Economics*, 39 (3), pp. 371-386

Beccali, M., Cellura, M., Iudicello, M., Mistretta, M., (2010), Life cycle assessment of Italian citrus-based products. Sensitivity analysis and improvement scenarios, *Journal of Environmental Management* 91 (2010) 1415e1428

Bohdanowicz, P., (2005), European hoteliers' environmental attitudes: Greening the business, *Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly* 46 (2), pp. 188-204

Bohdanowicz P., Martinac I., (2007), Determinants and benchmarking of resource consumption in hotels – case study of Hilton International and Scandic in Europe, *Energy and Buildings* 39, 82-95.

BSI, (2008), *PAS 2050:2008 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services*

Broberg, T., Brännlund, R., (2010), Den gröna el vi betalar för har tydliga nyanser av brunt, *DN-debatt 2010-03-21*. Kan hämtas på: <http://www.dn.se/debatt/den-grona-el-vi-betalar-for-har-tydliga-nyanser-av-brunt-1.1064861>

Carlson, R., Pålsson, A-C., (2008), *Livscykelanalys- ringar på vattnet*, SIS Förlag AB

Cederberg, C., (2010), Föredrag på Seminariet Klart för klimatmärkning av mat, arrangerat av KRAV, Svenskt Sigill och LRF, Stockholm 15 juni, 2010

Davis, J., Sonesson, U., (2008), *Environmental potential of grain legumes in meals Life cycle assessment of meals with varying content of peas*, SIK-rapport Nr 771 2008

De Camillis, C., Raggi, A., Petti, L., (2009), Tourism LCA: state-of-the-art and perspectives, *International Journal of Life Cycle Assessment*, pp. 1-8 Article in Press

EAA, (2008), European Aluminium Association, Environmental Profile Report for the European Aluminium Industry. Kan hämtas på:
[http://www.eaa.net/upl/4/default/doc/EAA_Environmental_profile_report-May08\(1\).pdf](http://www.eaa.net/upl/4/default/doc/EAA_Environmental_profile_report-May08(1).pdf)

Ecoinvent, (2010), Information om databasen Ecoinvent database v.2.1. Kan hämtas på:
<http://www.ecoinvent.org/database>

Energimyndigheten, (2005), *Miljövärdering av el Marginaler och medel* Underlagsrapport

Energimyndigheten, (2009), *Energiläget 2009*. Kan hämtas på:
www.energimyndigheten.se

Energimyndigheten, (2010), *Energianvändning i lokaler (STIL 2)*. Kan hämtas på:
<http://www.energimyndigheten.se/stil2>

Engström, R., Gode, J., Axelsson, U., (2009), *Vägledning till metodval vid beräkning av påverkan från förändrad energianvändning på de svenska miljömålen*, IVL Svenska Miljöinstitutet, Rapport B1822, Januari 2009

Finnveden, G., Hauschild, M., Ekvall, T., Guinée, J., Heijungs, R., Hellweg, S., Koehler, A., Pennington, D., Suh, S., (2009), Review Recent developments in Life Cycle Assessment, *Journal of Environmental Management* 91 (2009) 1–21

Foley, C., (2010), *Klimatkompensationshandboken*, Tricorona Climate Partner AB, Grafiska punkten, Växjö

Folksam, (2009), U&W har på Folksams uppdrag beräknat Klimatpåverkan från fjärrvärme i Sverige år 2007

GHG Protocol, (2010), Greenhouse Gas Protocol. Kan hämtas på:
<http://www.ghgprotocol.org/>

Gode, J., Byman, K., Persson, A., Trygg, L., (2009), *Miljövärdering av el ur ett systemperspektiv*, IVL Svenska Miljöinstitutet, Rapport B1882, December 2009

Gode, J., (2009), Seminarium Market Design, Miljömässiga kundaspekter kring ursprungsmärkning av el, Energimyndigheten/Energimarknadsinspektionen 2009-11-11

Gössling, S., (2002), Global environmental consequences of tourism, *Global Environmental Change* 12 (4), pp. 283-302

Gröna Bilister, (2006), Miljötaxi på Arlanda, PM Gröna bilister Januari 2006

IIA, (2010), International Institute for aluminium, Information från hemsida. Kan hämtas på:
<http://www.world-aluminium.org/Sustainability/Environmental+Issues/Life+cycle+assessment>

IIA, (2007), International Institute of Aluminium, Life cycle assessment for aluminium: Inventory data for the primary aluminium industry. Kan hämtas på:
<http://www.world-aluminium.org/cache/fl0000166.pdf>

Kallila, E., Nousiainen, P., (1999), Life Cycle Assessment Environmental Profile of cotton and polyester-cotton fabrics, *AUTEX Research Journal* Vol 1, No.1, 1999

KTH, (2008), Industriell ekologi Fahlberg, K., Johansson, S., *Statistikdatablad emissionsfaktorer* 2008-11-25

Lagerberg Fogelberg, C, (2008), *På väg mot miljöanpassade kostråd Vetenskapligt underlag inför miljökonsekvensanalysen av Livsmedelsverkets kostråd*, Livsmedelsverket Rapport 9-2008

Livsmedelsverket, (2009), *Livsmedelsverkets miljösmarta matval* Reviderad November 2009

Mipan, (2007), Artikel om företagets lansering av återvunnet nylon. Kan hämtas på:
http://www.mipan.com/eng/whats_mipan/news_view.jsp?b_no=62&page=1&code=mipan03&p_num=8

Nationalencyklopedin, (2010a), Information om aluminium. Kan hämtas på:
<http://www.ne.se/lang/aluminium>

Nationalencyklopedin, (2010b), Information om bauxit. Kan hämtas på:
<http://www.ne.se/lang/bauxit>

Nationalencyklopedin, (2010c), Information om textilfiber. Kan hämtas på:
<http://www.ne.se/lang/textilfiber>

Nationalencyklopedin, (2010d), Information om polymerer. Kan hämtas på:
<http://www.ne.se/lang/polymer>

Nationalencyklopedin, (2010e), Information om nylon. Kan hämtas på:
<http://www.ne.se/lang/nylon>

- Nationalencyklopedin, (2010f), Information om polyester. Kan hämtas på:
<http://www.ne.se/lang/polyester>
- Naturvårdsverket, (2006), *Appendix 17 Thermal values and Emission factors energy.xls GWP conversion factors 2006-12-14*
- Naturvårdsverket, (2007), *FN:s klimatpanel 2007: Den naturvetenskapliga grunden* Rapport 5677
- Naturvårdsverket, (2008), Beräkna utsläpp av växthusgaser Naturvårdsverkets modell. Kan hämtas på: <http://www.naturvardsverket.se/sv/Klimat-i-forandring/Minska-utslappen/Verktygslada-for-kommuner-och-foretag/Berakna-utslapp-av-vaxthusgaser/>
- Naturvårdsverket, (2010a), Kyotoprotokollet. Information från hemsida. Kan hämtas på <http://www.naturvardsverket.se/sv/Klimat-i-forandring/Klimatpolitiken/Internationell-klimatpolitik/Klimatkonventionen-och-Kyotoprotokollet/>
- Naturvårdsverket, (2010b), Förbränningsanläggningar, Information från hemsida. Kan hämtas på: <http://www.naturvardsverket.se/sv/Verksamheter-med-miljopaverkan/Energi/Forbranningsanlaggningar/>
- Naturvårdsverket, (2010c), Klimateffektiva resor, Information från hemsida. Kan hämtas på: <http://www.naturvardsverket.se/sv/Klimat-i-forandring/Konsumtion-och-klimat/Klimateffektiva-resor/>
- Nordisk Miljömärkning, (2009), *Svanenmärkning av Hotell och vandrarhem*, Version 3.2. Kan hämtas på:
<http://www.svanen.nu/Default.aspx?tabName=CriteriaDetail&pgr=72&menuItemID=7029>
- Norrenergi, (2009), *Miljöredovisning 2009*
- Patagonia, (2005), Patagonia's Common Threads Garment Recycling Program: A Detailed Analysis. Kan hämtas på:
http://www.patagonia.com/pdf/en_US/common_threads_whitepaper.pdf
- PCF World Forum, (2010), ISO 14067 Carbon footprint of products, Information från hemsida. Kan hämtas på:
<http://www.pcf-world-forum.org/partner/iso-14067-carbon-footprint-of-products/>
- Rosselló-Batle, B., Moià, A., Cladera, A., Martínez, V., (2010), Energy use, CO2 emissions and waste throughout the life cycle of a sample of hotels in the Balearic Islands, *Energy and Buildings* 42 (4), pp. 547-558
- Röös, E., & Tjärnmo, H., (2010), Challenges of carbon labelling of food products: A consumer research perspective, accepted for publication in *British Food Journal*, 2010
- Röös, E., Sundberg, C., Hansson, P-A., (2010), Uncertainties in the carbon footprint of food products: a case study on table potatoes, *Int. Journal of Life Cycle Assessment* 2010, 15:478-488

- Scandic, (2010a), Scandic Sustainability Report, erhållen via email från Inger Mattson, hållbarhetsansvarig på Scandic.
- Scandic, (2010b), Scandic Sustainability Live Report. Information från hemsida. Kan hämtas på:
<http://www.scandic-campaign.com/livereport/?lang=se>
- Sonesson, U., Davis, J., Ziegler, F., (2010), *Food Production and Emissions of Greenhouse Gases An overview of the climate impact of different product groups* SIK-Report No 802 2010
- Spielmann, M., Althaus, H.-J., (2007), Can a prolonged use of a passenger car reduce environmental burdens? Life Cycle analysis of Swiss passenger cars, *Journal of Cleaner Production* 15 (11-12), pp. 1122-1134
- Steinfeld, H. Gerber, P. Wassenaar, T. Castel, V. Rosales, M. & de Haan, C., (2006), *Livestock´s long shadow – Environmental issues and options*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome, Italy.
- Svensk Energi, (2009), *Vägledning angående ursprungsmärkning av el (2009-06-23)* Kan hämtas på: www.svenskenergi.se
- Svensk Energi, (2010), *Vägledning angående ursprungsmärkning av el (2010-07-21)* Kan hämtas på: www.svenskenergi.se
- Svensk Fjärrvärme, (2003), *Livscykelanalyser av fjärrvärme – en förstudie* Juni 2003
- Svensk Fjärrvärme, (2009), *Statistik tillfört bränsle/energi för fjärrvärmeproduktion år 2004-2008*
- Svenska Taxiförbundet, (2009), *Branschläget 2009*
- Taxi 020, (2010), Information om priser från hemsida. Hämtades i juli 2010
<http://www.taxi020.se/>
- Taxi Kurir, (2010), Information om priser från hemsida. Hämtades i juli 2010
<http://www.taxikurir.se/>
- Taxi Stockholm, (2010), Information om priser från hemsida. Hämtades i juli 2010
<http://www.taxistockholm.se/>
- THERMIE, (1994), *Rational Use of Energy in the Hotel Sector, A Thermie Programme Action B-103*. Kan hämtas på <http://cordis.europa.eu/opet/src/thrm032.htm>
- Trafikverket, (2009), *Index över nya bilars klimatpåverkan år 2009* Publikationsnummer 2010:048
- Tricorona, (2010), Information om företaget på deras hemsida. Kan hämtas på: www.tricoronagreen.se
- Uppenberg, S., Almemark, M., Brandel, M., Lindfors, L-G., Marcus, H-O., Stripple, H.,

Wachtmeister, A., Zetterberg, L., (2001), *Miljöfaktabok för bränslen IVL Svenska Miljöinstitutet*, Rapport B1334 A-2, B-2 Maj 2001

Uppsala Taxi, (2010), Information om priser från hemsida. Hämtades i juli 2010
<http://www.uppsalataxi.se/>

Wahlström, Å., Olsson-Jonsson, A., (2002), *Miljöpåverkan från byggnaders uppvärmningssystem Etapp 2* EFFEKTIV

Wahlström, Å., (2004), *Underlag till fjärrvärmeföreningens program för insamling av energi och miljöstatistik och dess sammankoppling med miljöbelastningsprogrammet i EFFem*. SP

Werner, S., Frederiksen, S., (2009), *Fjärrvärme Teori, teknik och funktion* Studentlitteratur, Lund

Återvinningsindustrierna, (2002), *Miljöfördelar med återvunnet material som råvara*, Kan hämtas på:
http://www.recycling.se/Templates/Article_image_top.aspx?PageID=ccfbad9c-bc94-43c8-afd7-1a14fa2225aa

Muntliga referenser och mailkontakter

Andersson, Ove, (2010), Europark. Kontaktades i juni 2010.

Berge, Anders, (2010), Svenska Taxiförbundet. Kontaktades i juni 2010.

Bergström, Sara, (2010), Miljö- och kvalitetssamordnare, Söderenergi AB. Kontaktades i maj 2010.

Danell, Arne, (2010), Taxi 020. Kontaktades i juli 2010.

Fahlberg, Kristin, (2010), Doktorand Industriell Ekologi, KTH. Kontaktades i september 2010.

Fjärstedt, Niklas, (2010), Uppsala Taxi. Kontaktades i juli 2010.

Gustafsson, Mikael, (2010), Svensk Fjärrvärme. Kontaktades i juni 2010.

Hauptmann, Sofia, (2010), Miljö- och kvalitetschef, Mölndal Energi. Kontaktades i maj 2010.

Johansson, Stefan, (2010), Doktorand Industriell Ekologi, KTH. Kontaktades i maj 2010.

Killie, Erik, (2010), Miljömanager, Choice Hotels Scandinavia AS. Kontaktades i maj 2010.

Landström, Susann, (2010), Transportstyrelsen. Kontaktades i juni 2010

Mattson, Inger, (2010), Hållbarhetsansvarig, Scandic Hotels. Kontaktades i maj 2010.

Sundberg, Cecilia, (2010), Forskare vid Institutionen för Energi och teknik. Kontaktades i september 2010.

Sjöbohm, Folke, (2010), Statistiker på Svensk Energi. Kontaktades i september 2010.

BILAGA 1

Svanens energigränsvärden

Svanen bildades år 1989 av Nordiska ministerrådet. År 1999 kom det första kriteriedokumentet för hotell. De nuvarande kriterierna för hotell och vandrarhem gäller från år 2007 till år 2012 (Nordisk Miljömärkning, 2009).

För att bli ett Svanenmärkt hotell finns ett antal krav som ska uppfyllas (Nordisk Miljömärkning, 2009). Vissa av kraven är obligatoriska att uppfylla, andra ger ett visst antal poäng som sedan räknas ihop. För att få en licens krävs ett visst antal poäng. Svanen har gränsvärden för fyra olika områden; energiförbrukning, vattenförbrukning, avfallshantering och kemiska produkter. Gränsvärdet för energiförbrukning är obligatoriskt att uppnå, förutom detta ska minst ett annat gränsvärde uppnås. Vilket energigränsvärde som är aktuellt beror på vilken typ av hotellverksamhet som bedrivs och var i Sverige som hotellet är beläget. Hotellen delas upp i tre olika kategorier A, B och C: (Nordisk Miljömärkning, 2009)

- Klass A – Om minst en av följande parametrar uppfylls:
 - Verksamheten har en restaurangomsättning på över 45 % av den sammanlagda omsättningen för restaurang och logi.
 - Logibeläggningen är över 60 %.
- Klass B – Om inte A uppfylls men minst en av följande parametrar uppfylls:
 - Verksamheten har en restaurang med en omsättning mellan 15 - 45 % av den sammanlagda omsättningen för restaurang och logi.
 - Logibeläggningen är mellan 40 - 60 %.
 - Det finns en poolanläggning.
- Klass C – Övriga anläggningar

För klass A är intervallet för energigränsvärden 50,0-72,5 kWh/gästnatt. För klass B och C är intervallet 55,0-77,5 kWh/gästnatt. Vilket värde som är aktuellt beror på var i landet hotellet ligger. För mer information se Nordisk Miljömärkning (2009).

BILAGA 2

Bakgrundsdata till medelvärdesbildningarna för olika livsmedelsprodukter

Produkt	GWP (g CO ₂ -ekv./kg grönsak)	Produktionsland	År	Kommentarer	Källa	Citerad i
Morot	155	Nederländerna	2004	En gård studerades i en fallstudie. Odling-lagring-paketering i Nederländerna transport till Sverige.	Lagerberg Fogelberg & Carlsson-Kanyama (2006)	Lagerberg Fogelberg, LF, (2008)
Morot	69	Sverige	2004	En gård studerades i en fallstudie. Odling-lagring-paketering.	Lagerberg Fogelberg & Carlsson-Kanyama (2006)	LF (2008)
Morot, ekologisk	36	Sverige	2003	Studien är en modellberäkning. Odling-gårdsgrind. Lagring och paketering är ej inkluderade.	Cederberg m.fl. (2005)	LF (2008)
Morot	122,15	Danmark		Studien är en modellberäkning. Odling – lagring. Enbart mineralgödsel användes.	Miljøstyrelsen (2006)	LF (2008)
Morot, ekologisk	188,21	Danmark		Studien är en modellberäkning. Odling – lagring. Enbart stallgödsel användes.	Miljøstyrelsen (2006)	LF (2008)
Morot	210	Sverige		Morötter odlade på mineraljord. Preliminära data.	Sonesson m.fl. (2010)	
Morot	650	Sverige		Morötter odlade på mulljord. Preliminära data.	Sonesson m.fl. (2010)	
Morot	420	Sverige		Ätferdiga råa morötter. Odling-lagring-transport till hemmet.	Carlsson-Kanyama m.fl. (2007)	
Lök	60	Sverige	2003	En gård studerades i en fallstudie. Odling-gårdsgrind, lagring och paketering är ej inkluderade.	Cederberg m.fl. (2005)	LF (2008)
Lök	69	Sverige	2004	Ett företag studerades. Odling-grossist.	Lagerberg Fogelberg & Carlsson-Kanyama (2006)	LF (2008)
Lök	145	Danmark	2004	Ett företag studerades i en fallstudie. Odling	Lagerberg Fogelberg &	LF (2008)

				i Danmark-grossist i Sverige.	Carlsson-Kanyama (2006)	
Tomat	650	Spanien		Friland Odling i Spanien-packning-transport till Sverige. Preliminära data	Sonesson m.fl. (2010)	
Tomat	500	Sverige		Växthus uppvärmt med biobränslen. Odling-packning-transport. Preliminära data.	Sonesson m.fl. (2010)	
Tomat	1770	Sverige		Växthus uppvärmt med fossila bränslen. Odling-packning-transport. Preliminära data.	Sonesson m.fl. (2010)	
Tomat	3600	Danmark	2004	Växthus. Ett företag studerades i en fallstudie. Odling i Danmark-grossist i Sverige.	Lagerberg Fogelberg & Carlsson-Kanyama (2006)	LF (2008)
Tomat	2900	Nederländerna	2004	Växthus. Ett företag studerades i en fallstudie. Odling i Nederländerna-grossist i Sverige.	Lagerberg Fogelberg & Carlsson-Kanyama (2006)	LF (2008)
Tomat	2700	Sverige	2004	Växthus Ett företag studerades i en fallstudie. Odling-grossist.	Lagerberg Fogelberg & Carlsson-Kanyama (2006)	LF (2008)
Tomat	3450	Danmark		Växthus uppvärmt med naturgas. Studien är en modellberäkning. Odling-företagsgrind.	Miljøstyrelsen (2006)	LF (2008)
Tomat, ekologisk	4920	Danmark		Växthus uppvärmt med naturgas. Studien är en modellberäkning. Odling-företagsgrind. Beräkningarna är baserade på energiförbrukning för 56 st tomatodlare. Odling-transport. Utsläpp från emballage och näringsämnen ingår ej.	Miljøstyrelsen (2006)	LF (2008)
Tomat	940	Sverige			Möller (2008)	
Tomat, lösa	5900	Storbritannien	2002-2005	Växthus. Studien är en modellberäkning.	Williams m.fl. (2006)	LF (2008)
Tomat, på kvist	14100	Storbritannien	2002-2005	Växthus. Studien är en modellberäkning.	Williams m.fl. (2006)	LF (2008)
Tomat, lösa cocktail	11900	Storbritannien		Växthus. Studien är en modellberäkning.	Williams m.fl. (2006)	LF (2008)

Tomat, cocktail på kvist	28500	Storbritannien	2002-2005	Växthus. Studien är en modellberäkning. Växthus.En fallstudie av sju företag om året-runt-odling. Odling-butik.	Williams m.fl. (2006)	LF (2008)
Gurka, året-runtkultur	4650	Finland	2006	Studien är en modellberäkning för 7-8 mån odling.	Katajajuuri m.fl. (2007)	LF (2008)
Gurka, 7-8 mån	3750	Finland	2006	Studien är en modellberäkning för 7-8 mån odling.	Katajajuuri m.fl. (2007)	LF (2008)
Gurka, 4-6 mån	2300	Finland	2006	Växthus uppvärmt med naturgas. Studien är en modellberäkning.	Miljøstyrelsen (2006)	LF (2008)
Gurka	4370	Danmark		Fallstudie.Ett medelvärde av flera olika LCA för gurkor. Odling-förpackningstransporter ingår.	Usva m.fl. (2009)	
Sallat, växthus vinter	3720, 1180	Storbritannien	2006	Studien är en fallstudie för två växthus. Olika sorters sallat odlas. Odling-regional grossist. Förpackningar ingår ej.	Milà i Canals m.fl. (2007b)	LF (2008)
	228 (kultur juli-okt) -414 (kultur majjuli)			Studien är en fallstudie för tre frilandsodlingar. Olika sorters sallat odlas. Odling-regional grossist. Förpackningar ingår ej.	Milà i Canals m.fl. (2007b)	LF (2008)
Sallat, friland		Storbritannien		Studien är en fallstudie för två odlare. Odling-regional grossist i Storbritannien.	Milà i Canals m.fl. (2007b)	LF (2008)
Sallat	356-541	Spanien		Studien är en fallstudie. Odling-konsumtion i hemmet.	Wallén & Mattson (2002)	LF (2008)
Isbergssallat	511	Sverige				
Isbergssallat, färdigskuren restaurang-förpackad	413	Sverige		Studien är en fallstudie. Odling-konsumtion på restaurang.	Wallén & Mattson (2002)	LF (2008)

Produkt	GWP (g CO₂-ekv./kg frukt)	Produktionsland	År	Kommentarer	Källa	Citerad i
Äpple	70	Sverige		Studien är en fallstudie. Odling-lagring-transport till butik i Göteborg. Emissioner från tillverkning av gödselmedel ingår ej.	Stadig (1997)	Lagerberg Fogelberg, LF, (2008)
Äpple	260	Frankrike		Studien är en fallstudie. Odling i Frankrike-lagring-transport till butik i Göteborg. Emissioner från tillverkning av gödselmedel ingår ej.	Stadig (1997)	LF (2008)
Äpple	520	Nya Zealand		Studien är en fallstudie. Odling i NZ-lagring-transport till butik i Göteborg. Emissioner från tillverkning av gödselmedel ingår ej.	Stadig (1997)	LF (2008)
Äpple	35-95	Nya Zealand	1999-2000	Studien är en fallstudie av kommersiella odlingar. Äppelodling samt tillverkning av maskiner ingår. Lagring och förpackningar ingår ej.	Milà i Canals (2003). Milà i Canals m.fl. (2006)	LF (2008)
Äpple ekologisk	65-105	Nya Zealand	1999-2000	Studien är en fallstudie av kommersiella odlingar. Äppelodling samt tillverkning av maskiner ingår. Lagring och förpackningar ingår ej.	Milà i Canals (2003). Milà i Canals m.fl. (2006)	LF (2008)
Äpple	820			Importerade med båt till Sverige, bygger på LCA-data från Menu Tool utvecklat av Kth	Carlsson-Kanyama m.fl. (2007)	
Jordgubbar	Cirka 400	Storbritannien		Studien är baserad på modellberäkningar. Jordgubbsodling samt tillverkning av maskiner ingår. Återinring av täcktunnlar ingår.	Warner (2005), Defra (2005), Garnett (2006)	LF (2008)
Apelsin	220-280	Spanien	2000	Studien är en modellberäkning. Odling av apelsiner. Importerade med båt till Sverige, bygger på LCA-data från Menu Tool utvecklat av Kth	Sanjuán m.fl. (2005b)	LF (2008)
Apelsin	1200			Studien är en modellberäkning. Odling i Costa Rica - transport till konsument i Sverige. Energiförbrukningen	Carlsson-Kanyama m.fl. (2007)	
Melon	1100	Costa Rica			Vet grund LV citerade Flysjö &	LF (2008)

Tropisk frukt	11000	för odlingsfasen är endast den som krävs för bevattnings. Importerade med flyg till Sverige, bygger på LCA-data från Menu Tool utvecklat av Kth	Ohlsson (2006) Carlsson-Kanyama m.fl. (2007)
---------------	-------	--	---

Produkt	Potentiell klimatpåverkan (kg CO ₂ -ekv./kg)	Potentiell klimatpåverkan (kg CO ₂ -ekv./portion)	Produktionsland	Kommentarer	Källa	Citerad i
Potatis	0,073		Sverige	Studien är en modellstudie för en gård i Skåne. Odling-gårdsgrind. Drivmedel och mineralgödsel för odlingen ingår.	Cederberg m.fl. (2005)	Lagerberg Fogelberg, LF, (2008)
Potatis, ekologisk	0,083		Sverige	Studien är en modellstudie för en gård i Skåne. Odling-gårdsgrind. Drivmedel och mineralgödsel för odlingen ingår.	Cederberg m.fl. (2005)	LF (2008)
Potatis	0,1-0,16		Sverige	Studien är en modellstudie. Odling Östergötland-butikshylla i Stockholm.Maskiner och byggnader ingick liksom, drivmedel, mineralgödsel och förpackningar.	Röös m.fl. (2010) KF & ICA (2000), Mattsson m.fl. (2001)	LF (2008)
Potatis, skalad	0,15	0,025		Primärproduktion potatis beräknade värden från LV rapport. Svinn 50% medräknat.Transporter ingår ej.Porttionsstorlek 170g.	Pathak & Wassmann (2007)	LF (2008)
Ris	0,9-1,4			Studien är en modellberäkning för risodling.Skördenivån är 2900 kg/ha och hämtad från FAO (FAO, 2007). Osäker siffra enligt LV.	KF & ICA (2000), Lantin	LF (2008)
Ris	1,17-1,67	0,07-0,1		Primärproduktion ris beräknade värden från LV rapport, osäkra. Svinn 30% medräknat.Transporter ingår		LF (2008)

Bröd, hamburgerbröd	0,93			Sverige	ej.Porttionsstorlek 60g.	(2007) Stadig m.fl. (2001)	LF (2008)
Potatis, kokt och skalad i hemmet	0,30 (varav 0,1 vid gårdsgrind)			Sverige	Studien undersöker potatis från odling Östergötland och Halland – tillagning hos konsument. Hantering av svinn, spill och skalrester ingår.	Mattsson m.fl. (2001) Carlsson-Kanyama m.fl. (2007)	LF (2008)
Potatis, kokt inhemska	0,45			Sverige	Odling i Sverige-tillagning i hemmet. Bygger på LCA-data från Menu Tool utvecklat av Kth	Mattsson m.fl. (2001), errata 6 feb 2008	LF (2008)
Potatis, ekologisk, kokt och skalad i hemmet	0,34-0,35 (varav 0,1 vid gårdsgrind)			Sverige	Studien undersöker potatis från odling Östergötland och Halland – tillagning hos konsument. Hantering av svinn, spill och skalrester ingår.	Carlsson-Kanyama m.fl. (2007)	
Ris, kokt	1,3				Odling-tillagning i hemmet. Bygger på LCA-data från Menu Tool utvecklat av Kth. Importerade med lastbil till Sverige.Produktion-tillagning i hemmet. Bygger på LCA-data från Menu Tool utvecklat av Kth.	Carlsson-Kanyama m.fl. (2007)	
Pasta, kokt	1,1						

Produkt	GWP (kg CO2-ekv./kg benfritt kött)	Produktionsland	År	Kommentarer	Källa	Citerad i
Nötkött från mjölkkor	15	Sverige		Denna siffra inkluderar kött från utslagskor och tjurkalvar som biprodukt. Produktion-gårdsgrind. All miljöbelastning antas läggas på köttet.	LRF (2002)	Lagerberg Fogelberg, LF, (2008)

Nötkött från mjölkkor	19	Sverige	Studien är en fallstudie. Produktion-gårdsgrind. Ungtjurar från mjölkkor. Benfritt kött.	Cederberg & Darelius (2000)	LF (2008)
Nötkött från ekologiska biffkor	22	Sverige	Studien är en fallstudie från en gård. Produktion-gårdsgrind. Ungnöt från biffkor. Benfritt kött.	Cederberg & Darelius (2000)	LF (2008)
Nötkött från ekologiska mjölkkor	19	Sverige	Studien är en modellsimulering. Produktion-gårdsgrind. Stutar från mjölkkor. Benfritt kött.	Cederberg & Darelius (2000)	LF (2008)
Nötkött från ekologiska biffkor	24	Sverige	Studien är en fallstudie. Produktion-gårdsgrind. Ranchdrift gård i Skåne.	Cederberg & Nilsson (2004a)	LF (2008)
Nötkött från mjölkkor	18-23	Irland	Produktion-gårdsgrind. Benfritt kött.	Casey & Holden (2006)	LF (2008)
Nötkött från biffkor	28	Irland	Produktion-gårdsgrind. Benfritt kött.	Casey & Holden (2006)	LF (2008)
Nötkött	32	Japan	Benfritt kött.	Ogino m.fl. (2007)	Sonesson m.fl. (2010)
Nötkött	16	Storbritannien	Genomsnitt brittiskt nötkött. Benfritt kött.	Williams m.fl., (2006)	Son. m.fl. (2010)
Nötkött	30	Kanada	Genomsnitt kanadensiskt nötkött. Benfritt kött.	Verge, m.fl., (2008)	Son. m.fl. (2010)
Nötkött	41	Brasilien	Genomsnitt brasilianskt nötkött samt export till Sverige. Benfritt kött.	Cederberg m.fl. SIK 792	Son. m.fl. (2010)
Nötkött	28	Sverige	2005 Genomsnitt svenskt nötkött, 64% av köttet antas komma från mjölkkor. Benfritt kött.	Cederberg m.fl. (2009a)	Son. m.fl. (2010)
Nötkött, kokt	30	Sverige	Produktion i Sverige-tillagning i hemmet. LCA-data från Menu Tool utvecklat av Kth.	Carlsson-Kanyama m.fl. (2007)	

Produkt	GWP (kg CO₂-ekv./kg benfritt kött)	Produktionsland	Kommentarer	Källa	Citerad i
Fläsk	4,8	Sverige	Produktion-gårdsgrind. Studien är en fallstudie från en gård i Halland. Ben- och fettfritt kött.	Cederberg & Darelus (2001)	Lagerberg Fogelberg, LF, (2008)
Fläsk, ekologiskt	4,8-4,9	Sverige	Produktion-gårdsgrind. Studien är en modellberäkning för två gårdar. Ben-och fettfritt kött.	Cederberg & Nilsson (2004b)	LF (2008)
Fläsk	3,6-4,1	Sverige	Produktion-gårdsgrind. Studien är en modellberäkning av tre framtida grisproduktionssystem. Ben- och fettfritt kött.	Cederberg & Flysjö (2004b)	LF (2008)
Fläsk	6,5	Danmark	Produktion-slakteri. Studien är en modellberäkning av dansk svinproduktion. Siffrorna har räknats om till ben- och fettfritt kött av Vet grund.	Skodberg m.fl. (2003)	LF (2008)
Fläsk	5,1 -8,8	Frankrike	Produktion-gårdsgrind. Studien är en modellberäkning av tre franska gårdar.Siffrorna har räknats om till ben- och fettfritt kött av Vet grund.	Basset-Mens & van der Werf (2005)	LF (2008)
Fläsk	5,6-6,4			Williams m.fl. (2006)	Sonesson m.fl. (2010)
Fläsk	5,2	Sverige	Ben-och fettfritt kött. Siffrorna har räknats om till detta i Davis.	Cederberg m.fl. (2009b)	Son. m.fl. (2010)
Fläsk	3,4 (3,54)	Sverige	Produktion-gårdsgrind-(affär). Genomsnittssiffror för svenskt fläskkött år 2005.	Cederberg m.fl. (2009)	
Fläsk, stekt	9,3	Sverige	Produktion i Sverige-tillagning i hemmet. LCA-data från Menu Tool utvecklat av Kth.	Carlsson-Kanyama m.fl. (2007)	

Produkt	GWP (kg CO2-ekv./kg benfritt kött)	Produktionsland	Kommentarer	Källa	Citerad i
Kyckling	1,6	Sverige	Färskt benfritt kött.	Tynelius (2008)	Lagerberg Fogelberg, LF, (2008)
Kyckling och kalkon	4,6	England	Kött med ben. Engelsk fågelproduktion längre uppfödningstid än svensk. I studien ingår även inkl. byggnader.	Williams m.fl. (2006)	LF (2008)
Kyckling och kalkon, ekologiska	6,7	England	Kött med ben. Engelsk fågelproduktion längre uppfödningstid än svensk. I studien ingår även inkl. byggnader.	Williams m.fl. (2006)	LF (2008)
Kyckling	2,6	USA	Benfritt kött. Siffrorna har räknats om från slaktvikt av Davis.	Pelletier (2008)	Sonesson m.fl. (2010)
Kyckling	1.93 (2,15)	Sverige	Produktion-gårdsgrind-(affär). Genomsnittssiffror för svenskt kycklingkött år 2005.	Cederberg m.fl. (2009)	
Kyckling	2,57 (2,88)	Danmark	Produktion i Danmark-gårdsgrind-(affär Sverige). Genomsnittssiffror för importerat danskt kycklingkött år 2005. Bygger på dansk LCA.	Cederberg m.fl. (2009)	
Kyckling, tillagad	1,8	Sverige	Produktion-tillagning i hemmet. Studien är en fallstudie för en gård som kan sägas representera svensk kycklinguppfödning. Benfritt kött. Uppvärmning med halm.	LRF (2002)	LF (2008)
Kyckling, kokt	4,3	Sverige	Produktion i Sverige-tillagning i hemmet. LCA-data från Menu Tool utvecklat av Kth.	Carlsson-Kanyama m.fl. (2007)	

Produkt	Potentiell klimatpåverkan (kg CO2-ekv./kg)	Produktionsland	Kommentarer	Källa	Citerad i
Sill, fryst	1,2	Fiskad av norska fiskebåtar		FHL (2009)	Sonesson m.fl. (2010)

Torsk, fryst	3,8-4,8	Fiskad av norska fiskebåtar	Klimatpåverkan beror på fiskemetod och var fabrik ligger.	Findus (2008)	Son. m.fl. (2010)
Lax, odlad	1,8-4,2	Odlad i Kanada	Klimatpåverkan beror på typ av foder.	Pelletiers & Tyedmers (2007)	Son. m.fl. (2010)
Lax, odlad	2,6-2,7	Fiskad av norska fiskebåtar	Produktion-konsument i Norge. Skillnaden beror på olika tillverkningsmetoder för fiskfodret.	Ellingsen m.fl. (2008)	Son. m.fl. (2010)
Torsk, stekt	8,5	Fiskad av svenska fiskebåtar	Produktion-tillagning i hemmet. Bygger på LCA-data från Menu Tool utvecklat av Kth.	Carlsson-Kanyama m.fl. (2007)	

Produkt	GWP (kg CO₂-ekv./kg energi- och fettkorrigerad mjölk, 4 % fett)	Produktionsland	Kommentarer	Källa	Citerad i
Mjölk	1	Sverige	Produktion-gårdsgrind. Fallstudie 23 mjölkgårdar i norra Sverige, år 2005.	Cederberg m.fl. (2007)	Lagerberg Fogelberg, LF, (2008)
Mjölk, ekologisk	0,93	Sverige	Produktion-gårdsgrind. Fallstudie 23 mjölkgårdar i norra Sverige, år 2005.	Cederberg m.fl. (2007)	LF (2008)
Mjölk	0,90-1	Sverige	Produktion-gårdsgrind. Fallstudie 23 mjölkgårdar i Sydvästra Sverige, år 2000-2002.	Cederberg & Flysjö (2004a); Carlsson (2004)	LF (2008)
Mjölk, ekologisk	0,94	Sverige	Produktion-gårdsgrind. Fallstudie 23 mjölkgårdar i Sydvästra Sverige, år 2000-2002.	Cederberg & Flysjö (2004a); Carlsson (2004)	LF (2008)
Mjölk	1-1,5	Irland	Produktion-gårdsgrind. Irländsk mjölkproduktion, olika scenarier med olika hög produktion.	Casey & Holden (2005a)	LF (2008)
Mjölk	0,9-1,5	Irland	Produktion-gårdsgrind. Studien bygger på data från 10 irländska mjölkgårdar.	Casey & Holden (2005b)	LF (2008)
Mjölk	1,4	Nederländerna	Produktion-gårdsgrind. Studien bygger på data från 10 konventionella mjölkgårdar i Nederländerna.	Thomassen m.fl. (2007)	LF (2008)
Mjölk, ekologisk	1,5	Nederländerna	Produktion-gårdsgrind. Studien bygger på data från 11 ekologiska mjölkgårdar i Nederländerna.	Thomassen m.fl. (2007)	LF (2008)
Mjölk	0,8-1,4	Europa & Nya	Produktion-gårdsgrind. Olika studier från både	Sevenster & de Jong	Sonesson

Mjök	1	Zeeland	Europa och Nya Zeeland. Produktion i Sverige-hemmet. LCA-data från Menu Tool utvecklat av Kth.	(2009) Carlsson-Kanyama m.fl. (2007)	m.fl. (2010)
Mejeri- produkter, färska Ost	1,08 12,97266	Sverige Finland	Produktion-affär. Genomsnittssiffror för svenska mejeriprodukter år 2005. Allokering av utsläpp är 85% till mjölkproduktion och 15% till köttproduktion av mjölkkor.	Cederberg m.fl. (2009) Usva m.fl. (2009)	

Produkt	GWP (kg CO ₂ -ekv./kg benfritt kött)	Produktions-land	Kommentarer	Källa
Ägg	1.42 (1,47)	Sverige	Produktion-gårdsgrind-(affär). Genomsnittssiffror för svenska ägg år 2005.	Cederberg m.fl. (2009)
Ägg, kokt	2,5	Sverige	Produktion i Sverige-tillagning i hemmet. LCA-data från Menu Tool utvecklat av Kth.	Carlsson-Kanyama m.fl. (2007)

Produkt	Potentiell klimatpåverkan (g CO ₂ -ekv./l)	Produktions-land	Kommentarer	Källa	Citerad i
Öl, mellan	537	Finland	Klimatpåverkan för hela livscykeln från produktion till avfallshantering	Usva m.fl. (2009)	
Öl, lager	751	Grekland	Klimatpåverkan från produktion-fabriksgrind. Oklart vilka delar av livscykeln som denna siffra omfattar	Koroneos m.fl. (2005) Stockholms stad (2010)	Gazulla m.fl. (2010)
Öl	2000		Klimatpåverkan för hela livscykeln från produktion till avfallshantering för mineralvatten i olika typer av förpackningar.	Angervall m.fl. (2004)	Lagerberg Fogelberg, LF, (2008)
Mineralvatten Läskedryck och mineralvatten	40-180 500		Oklart vilka delar av livscykeln som denna siffra omfattar	Stockholms stad (2010)	
Vin	996	Australien	Genomsnittsvin från Australien. Klimatpåverkan från	SAWIA (2004)	Gazulla m.fl. (2010)

Vin	1025	Spanien	produktion-fabriksgrind. Genomsnittsvin från Spanien. Klimatpåverkan från produktion-fabriksgrind.	Aranda m.fl. (2005)	Gazulla m.fl. (2010)
Vin, Rioja	1245	Spanien	Riojavin, Spanien. Klimatpåverkan från produktion- fabriksgrind.	Gazulla m.fl. (2010)	
Vin, Rioja	1359	Spanien	Riojavin, Spanien konument i UK. Klimatpåverkan från produktion-konsument UK-avfallshantering.	Gazulla m.fl. (2010)	
Vin	2000		Oklart vilka delar av livscykeln som denna siffra omfattar	Stockholms stad (2010)	
Apelsinjuice, färsk	900/kg	Italien	Klimatpåverkan från produktion-fabriksgrind.	Beccali m.fl. (2010)	
Apelsinjuice, koncentrat	5700/kg	Italien	Klimatpåverkan från produktion-fabriksgrind. Oklart vilka delar av livscykeln som denna siffra omfattar	Beccali m.fl. (2010)	
Fruktjuice	800		Klimatpåverkan från produktion i Guatemala-rostning i Sverige-fabriksgrind. Data från SIK rapport.	Stockholms stad (2010)	
Kaffe, pulver	1100/kg	Guatemala		Angervall m. fl., (2007)	
Kaffe	600		Drickfärdigt bryggkaffe. Omfattar hela livscykeln.	Humbert m.fl. (2009)	
Kaffe	456		Drickfärdigt kaffe. Omfattar hela livscykeln.	Doublet & Jungbluth (2010)	
Te	200	Indien	Drickfärdigt te. Produktion i Indien, konsumtion i Europa	Doublet & Jungbluth (2010)	

Referenser

För referenser till studier citerade i Lagerberg & Fogelberg (2008), Sonesson m.fl. (2010) samt Gazulla m.fl. (2010) hänvisas till dessa dokument.

Angervall, T., Flysjö, A., Ziegler, F., (2007) *Klimatpåverkan av tio ekologiska livsmedel* Rapporten är utförd av SIK på uppdrag av KRAV

- Beccali, M., Cellura, M., Iudicello, M., Mistretta, M., (2010) "Life cycle assessment of Italian citrus-based products. Sensitivity analysis and improvement scenarios" *Journal of Environmental Management* Vol. 91 (2010) 1415-1428
- Carlsson Kanyama, A., Wåhlander, H., Gleerup, A., Shahan, H. (2007) *Menutool- Ett verktyg för klimat- och näringsanpassad måltidsplanering* Kungliga Tekniska Högskolan, TRITA-IM 2007:32, ISSN 1402-7615
- Cederberg, C., Flysjö, A., Sonesson, U., Sund, V., Davis, J., (2009) *Greenhouse gas emissions from Swedish consumption of meat, milk and eggs 1990 and 2005* SIK Report No 794
- Doublet, G., Jungbluth, N., (2010) *Life cycle assessment of drinking Darjeeling tea* ESU-Services
- Gazulla, C., Raugei, M., Fullana-I-Palmer, P., (2010) "Taking a life cycle look at crianza wine production in Spain: Where are the bottlenecks?" *International Journal of Life Cycle Assessment* Volume 15, Issue 4, May 2010, Pages 330-337"
- Humbert, S., Rossi, V., Margni, M., Jolliet, O., Dubois, C., (2010) *A case study on multi-impact life cycle assessment of coffee alternatives* Power point från Quantis September 2009
- Lagerberg Fogelberg, C., (2008) *På väg mot miljöanpassade kostråd Vetenskapligt underlag inför miljökonsekvensanalysen av Livsmedelsverkets kostråd*, Livsmedelsverket Rapport 9- 2008
- Möller, J., (2008) *Energin och koldioxiden i svensk växthusodling 2008 Tomat LCA* Cascada
- Röös, E., Sundberg, C., Hansson, P-A., (2010). "Uncertainties in the carbon footprint of food products: a case study on table potatoes", *Int. Journal of Life Cycle Assessment* 2010, 15:478-488
- Sonesson, U., Davis, J., Ziegler, F., (2010) *Food Production and Emissions of Greenhouse Gases An overview of the climate impact of different product groups* SIK-Report No 802 2010
- Stockholms Stad (2010) *Klimatsmart i hemmet*

Usva, K., Saarinen, M., Katajajuuri, J-M., Kurpa, S., (2009) "Supply chain integrated LCA approach to assess environmental impacts of food production in Finland" *Agricultural and food science* Vol 18 (2009): 460-476

BILAGA 3

Beräkningsmall för växthusgasutsläpp från levererad fjärrvärme

	Emissionsfaktor [kton CO2-ekv./TWh]	Insatt bränsle År YYYY [GWh]	Utsläpp År YYYY [kton]
Spillvärme	0		
Stenkol, brunkol, övrigt fossilt	452,1		
Eldningsolja 1	293,6		
Eldningsolja 2 – 5	304		
Torv - EI och fjärrvärmeproduktion	387,6		
Naturgas	222,2		
RT-flis	8		
Summa avfallsgas, deponigas och rötgas	3		
Trädbränsle	10,8		
Bioolja/RME	109,9		
Tallbecksolja	79,7		
Avfall – EI och fjärrvärmeproduktion	102,5		
EI - Nordisk år YYYY			
EI - Restmix år YYYY			
Levererad fjärrvärme [GWh]			
Totala utsläpp CO2ekv. [kton]			0,0
Beräknad emissionsfaktor per levererad kWh fjärrvärme [g/kWh]			#####

Instruktion:

Fyll i värden i gula fält:

År [YYYY]

Emissionsfaktor för el CO2-ekv. [g/kWh = kton/TWh]

Insatt bränsle [GWh]

Levererad Fjärrvärme [GWh]

Årlig statistik om Sveriges fjärrvärmeproduktion kan hämtas från Svensk Fjärrvärme

<http://www.svenskfjarrvarme.se/>

BILAGA 4

Beräkningsmall för växthusgasutsläpp från levererad el

		År YYYY
Förnybart	%	
Emissionsfaktor förnybara bränslen (Vattenkraft)	[g CO2-ekv./kWh]	5,2
Beräknad emissionsfaktor kärnkraft	[g CO2-ekv./kWh]	0,0
Kärnkraft	%	
Emissionsfaktor kärnkraft	[g CO2-ekv./kWh]	12,1
Beräknad emissionsfaktor kärnkraft	[g CO2-ekv./kWh]	0,0
Fossilt	%	
Emissionsfaktor fossila bränslen från Svensk Energi	[g CO2/kWh]	
LCA Emissionsfaktor fossila bränslen (10% påslag för produktion)	[g CO2/kWh]	0,0
Beräknad emissionsfaktor fossilt	[g CO2-ekv./kWh]	0,0
Beräknad Total emissionsfaktor "restmix"	[g CO2-ekv./kWh]	0,0

Instruktion

Fyll i värden i gula fält:

År [YYYY]

Andel Förnybart [%]

Andel Kärnkraft [%]

Andel Fossilt [%]

Emissionsfaktor fossila bränslen [g CO2/kWh]

Indata kan hämtas från Svensk Energis Vägledning för ursprungsmärkning av el som publiceras årligen på deras hemsida: <http://svenskenergi.se/sv/>

För att beräkna utsläpp från nordisk elmix använd följande indata:

Bilaga 2, Tabell 2 Elproduktion inkl. netto import/export samt Utsläpp koldioxid, i förhållande till fossilproduktion [g/kWh]

För att beräkna utsläpp från restmixel använd följande indata:

Bilaga 2, Tabell 2 Elmix (korrigerad för miljövärderad el) samt Utsläpp koldioxid, i förhållande till fossilproduktion [g/kWh]

BILAGA 5

Tidigare studier om fjärrvärmens klimatpåverkan

Flera studier har beräknat växthusgasutsläpp för fjärrvärme baserat på alla använda energibärare och emissionsfaktorer med livscykelperspektiv. I studierna används dock olika allokeringmetoder och emissionsfaktorer i beräkningar. Nedan följer en kort presentation av några av studierna.

KTH (2008) har beräknat växthusgasutsläpp för Fortums fjärrvärmemix, i Stockholm, för år 2000-2007. Beräkningarna baserades på insatta bränslen och energibärare [GWh]. Dessa räknas om till växthusgasutsläpp med hjälp av emissionsfaktorer med ett livscykelperspektiv (Tabell 1). Följande antaganden gjordes i KTH:s beräkningar:

- För insatt el användes emissionsfaktorn för nordisk elmix för respektive år.
- Biobränslen antogs inte ha någon påverkan på växthuseffekten vid förbränning.
- Då Fortum inte producerade någon kraftvärme under den aktuella perioden, behövdes ingen allokeringmetod för detta.
- Spillvärme antogs inte ha någon påverkan på växthuseffekten.
- Inga värmepumpar användes i Fortums fjärrvärmeproduktion de aktuella åren.
- Distributionsförluster för fjärrvärme antogs vara 5 %.

I Tabell 1 redovisas de emissionsfaktorer med livscykelperspektiv som KTH använde sig av. Dessa emissionsfaktorer är baserade på Naturvårdsverkets/IPCC: s emissionsfaktorer (Naturvårdsverket, 2006) samt IVL: s *Miljöfaktabok för bränslen* (Uppenberg m.fl., 2001). De totala växthusgasutsläppen anges för varje energibärare i g CO₂-ekv./kWh bränsle. Utsläppen delas upp i två kategorier; utsläpp vid förbränning (Naturvårdsverket, 2006) samt utsläpp vid produktion/distribution (Uppenberg m.fl., 2001).

Tabell 1 Emissionsfaktorer, med livscykelperspektiv, för bränslen och kraftslag som används vid fjärrvärmeproduktion. Användes i beräkningar av KTH (2008). De har använt sig av Uppenberg m.fl. (2001) och Naturvårdsverket (2006)

	Enhet	Totala utsläpp				Förbränning			Påslag för produktion		
		CO ₂ -ekv.	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Stenkol, brunkol	[g/kWh]	452,1	346	4	0,1	334,8	0	0,1	11,5	4	
Eldningsolja 1	[g/kWh]	293,6	289	0,1	0	267,3	0	0	21,2	0,1	0
Eldningsolja 2 – 5	[g/kWh]	304	296	0,1	0	274,3	0	0	21,2	0,1	0
Torv	[g/kWh]	387,6	391	-0,6	0	386,3	0,1	0	4,3	-0,7	0
Naturgas	[g/kWh]	222,2	219	0	0	203,4	0	0	15,5	0	0
Trädbränsle	[g/kWh]	10,8	10,8	0	0	0	0	0	10,8		
Bioolja/RME	[g/kWh]	109,9	32,5	0,1	0,2	0	0	0	32,5	0,1	0,2
Tallbecksolja	[g/kWh]	79,7	79,2	0	0	0	0	0	79,2	0	0
Avfall	[g/kWh]	102,5	95,4	0	0	90	0	0	5,4	0	0
El – Nordisk 2005	[g/kWh]	55,9									
El – Nordisk 2006	[g/kWh]	120,6									

År 2009 genomförde Miljökonsultbolaget U&W på uppdrag av Folksam en studie kring fjärrvärmens klimatpåverkan i Sverige (Folksam, 2009). Studien omfattade data från år 2007 för de fjärrvärmenät i Sverige där mer än 10 GWh värme hade levererats. Grunddata för bränsleförbrukningen hämtades från Svensk Fjärrvärme. Följande antaganden gjordes vid beräkningarna av fjärrvärmens klimatpåverkan.

- För el användes emissionsfaktorn för nordisk elmix.
- Biobränslen antogs inte ha någon påverkan på växthuseffekten vid förbränning.
- Primärenergimetoden användes som allokeringssmetod för kraftvärme.
- Spillvärme antogs inte ha någon påverkan på växthuseffekten.
- För värmepumpar beräknades klimatpåverkan ske från den använda elen, som antogs vara nordisk elmix.

I Tabell 2 redovisas de emissionsfaktorer som användes vid U&W:s beräkningar. Enligt Folksams studie var de genomsnittliga utsläppen för de undersökta fjärrvärmeanläggningarna cirka 103 g CO₂-ekv./kWh för fjärrvärmen och cirka 148g CO₂-ekv/kWh för elen. Undersökningen visade också på en stor skillnad i utsläpp av växthusgaser mellan de olika länen

Tabell 2 Emissionsfaktorer för bränslen med livscykelperspektiv Källa: Wahlström (2004) använda av Folksam (2009)

Energislag	Emissionsfaktor [g CO₂-ekv./kWh]
Avfall	137
RT-flis	8
Spillvärme, solenergi	0
Hetvatten	4
Oförädlad Biobränsle	4
Torv	419
Kol	340
Värmepump El	100
Naturgas	219
Biogas	3
Förädlad biobränsle	3
Olja	291
El	100
Gasol	245
Tallbeckolja (Bioolja)	79
Annat Bränsle	4

Svensk Fjärrvärme har även beräknat koldioxidutsläpp per levererad kWh fjärrvärme i Sverige. För år 2008 beräknades koldioxidutsläppen till 74 g CO₂/kWh levererad fjärrvärme (Svensk Fjärrvärme, 2009). Beräkningarna är baserade på statistik på insatta bränslen för fjärrvärmeproduktion år 2008 (Svensk Fjärrvärme, 2009), se Tabell 3.

Tabell 3 Insatta bränslen för fjärrvärmeproduktion samt beräknade koldioxidutsläpp för fjärrvärmerna i Sverige år 2008. Framtaget av Svensk Fjärrvärme (2009)

Bränsle/Energibärare [TWh]	2008
Industriell spillvärme	3,8
Avfall	7,7
Avfallsgas	0,9
Biobränsle	25,5
Torv	2,5
Värmepumpar (inkl. el)	4,8
Övrigt	1,0
Hjälpel och El till elpannor	1,7
Fossilt bränsle	4,6
Summa bränslen till värme	52,7
Värmeleveranser	47,8
g CO ₂ / kWh fjärrvärme	74,2

Svensk Fjärrvärme har vid sina beräkningar använt vissa emissionsfaktorer som har livscykelperspektiv, dock har inte alla det (Gustafsson, 2010). Enligt Svensk Fjärrvärme är de beräknade värdena är preliminära och kan komma att ändras (Svensk Fjärrvärme, 2009). Då de beräknade siffrorna inte har enheten CO₂-ekv. utan endast CO₂ omfattar de bara en del av det växthusgasutsläpp som uppkommit.

Då fjärrvärmeanläggningar omfattas av lagen om handel med utsläppsrätter (2003/87/EG) och måste söka tillstånd för att släppa ut koldioxid har alla företag statistik på sina koldioxidutsläpp (Naturvårdsverket, 2010b). De redovisade värdena är beräknade enligt Naturvårdsverkets föreskrifter, NFS 2 007:5. Emissionsfaktorerna som används i NFS 2 007:5 omfattar endast förbränningsfasen för fossila bränslen och har inte ett livscykelperspektiv. Statistiken omfattar inte växthusgasutsläpp orsakade av elanvändning i fjärrvärmeproduktionen. Detta har sin grund i att Sveriges nationella rapportering av växthusgaser sker gemensamt för fjärrvärme och elproduktion, man vill då inte räkna utsläppen för den använda elen dubbelt. Ur ett användarperspektiv bör dock växthusgasutsläppen av den använda elen inräknas i utsläppen för producerad fjärrvärme.

Europaparlamentets och rådets direktiv 2003/87/EG om ett system för handel med utsläppsrätter för växthusgaser trädde i kraft den 1 januari år 2005 (Naturvårdsverket, 2010b). Direktivet är infört i svensk lag genom Lagen om handel med utsläppsrätter. Sedan år 2005 måste alla verksamhetsutövare inom ett antal sektorer, däribland energisektorn, ha tillstånd för att släppa ut växthusgaser.

Producenter inom energisektorn är skyldiga att ansöka om tillstånd för att släppa ut koldioxid hos länsstyrelsen (Naturvårdsverket, 2010b). I NFS 2007:5 finns instruktioner för hur koldioxidutsläppen ska mätas och/eller beräknas av fjärrvärmeproducenterna. Naturvårdsverket anger att utsläppen för biobränslen ska övervakas men de ska subtraheras från de totala uppmätta koldioxidutsläppen, då dessa förväntas omsättas naturligt i kolets kretslopp. Torv klassas inte av Naturvårdsverket som förnybart material. I Bilaga 1 till NFS 2007:5 listas emissionsfaktorer för alla icke-verksamhetspecifika bränslen, se Tabell 4. Naturvårdsverket anger i NFS 2007:5 hur emissionsfaktorer ska räknas fram för

verksamhetsspecifika bränslen, detta avser avfallsbränslen som innehåller fossilt kol samt andra icke-kommersiella bränslen.

Tabell 4 Emissionsfaktorer från Naturvårdsverket författningssamling, NFS 2007:5

Bränsleslag	gCO₂/kWh	Källa NFS 2007:5
Eldningsolja 1	267,3	SPI 2004
Eldningsolja 2-5	274,3	SEPA 1995
Propan och butan	234,4	SEPA 1995
Stadsgas	187,2	Paulrud, Fridell & Stripple 2009(1)
Koksugngas	166,9	Ivarsson, 2003
Masugngas	1076,4	Ivarsson, 2003
LD-gas	674,0	Ivarsson, 2003
Kol	334,8	Boström m.fl., 2004
Koks	370,8	SEPA 1995
Trädbränsle	345,6	SEPA 1995
Torv	386,3	SEPA 1995
Torv	349,6	SEPA 1995
Sopor	90,0	SEPA 1995, Boström m.fl., 2004
Sopor	102,2	SEPA1995
Tallolja	271,1	EF for Gas/Diesel oil, SEPA 1995
Fotogen	263,2	SEPA 1995
Deponigas	203,4	EF for natural gas
Petroleumkoks	360,0	Nyström & Cooper, 2005
Brännolja	274,3	EF for Residual fuel oil
Övriga biobränslen	345,6	EF for wood
Övriga petroleumbränslen	216,0	SEPA 1995
Övriga fasta fossila bränslen	216,0	SEPA 1995
Övriga ej specificerade bränslen	216,0	SEPA 1995
Karbidungsgas	522,0	Nyström & Cooper, 2005
Raffinaderigaser	213,5	Nyström & Cooper, 2005

I Tabell 5 ses koldioxidutsläpp per levererad kWh fjärrvärme för fjärrvärmebolagen Norrenergi, Mölndal Energi samt Telge Nät. Alla tre bolagen har beräknat koldioxidutsläppen i enlighet med NFS 2007:5.

Tabell 5 Koldioxidutsläpp från fjärrvärme för Telge Energi, Norrenergi och Mölndal Energi
Källor: Bergström (2010), Norrenergi (2009) och Hauptmann (2010)

År	Bolag	Utsläpp [g CO₂/kWh fjärrvärme]
2009	Norrenergi	8
2009	Mölndal energi	200
2008	Telge Nät	96

BILAGA 6

Beräknade emissionsfaktorer för hotell

Tabell 1 Beräkning av emissionsfaktor för Icke-miljömärkt hotell Sverige. Källa: Green Globe 21 (2003) citerad i Bohdanowicz Bohdanowicz & Martinac (2007), Scandic (2010a)

Energislag	Andel av energiförbrukning [%]	Energiförbrukning [kWh/gästnatt]	Emissionsfaktor [gCO₂-ekv./kWh]	Nordisk elmix Utsläpp [gCO₂-ekv./gn]	Restmix Utsläpp av [gCO₂-ekv./gn]
Total energiförbrukning [kWh/gästnatt]		133,3			
El - Nordisk Medel 2005-2008	47,7	63,5	103,8	6593,6	
El - Restmix Medel 2005-2008	47,7	63,5	135,3		8594,0
Fjärrvärme medel 2007-2008 Nordisk elmix	37,7	50,3	97,6	4909,0	
Fjärrvärme medel 2007-2008 Restmix	37,7	50,3	102,9		5172,9
Fjärrkyla	0,1	0,2	140,0	26,8	26,8
Gasol	0,5	0,7	247,6	164,9	164,9
Brännolja	10,1	13,4	304,0	4074,6	4074,6
Gas/Diesel olja	0,0	0,0	269,7	0,0	0,0
Naturgas	3,9	5,2	222,2	1160,7	1160,7
Stadsgas	0	0,0	281,3	0,0	0,0
Bensin	0	0,0	285,4	0,0	0,0
Beräknad emissionsfaktor [gCO ₂ -ekv./gn]				16929,6	19194,0

Tabell 2 Beräkning av emissionsfaktor för Miljömärkt hotell Sverige. Källa: Nordisk Miljömärkning (2009), Scandic (2010a)

Energislag	Andel av energiförbrukning [%]	Energiförbrukning [kWh/gästnatt]	Emissionsfaktor [gCO₂-ekv./kWh]	Nordisk elmix Utsläpp [gCO₂-ekv./gn]	Restmix Utsläpp av [gCO₂-ekv./gn]
Total energiförbrukning [kWh/gästnatt]		77,5			
El - Nordisk Medel 2005-2008	45,3	35,1	103,8	3645,1	
El - Restmix Medel 2005-2008	45,3	35,1	135,3		4751,0
Fjärrvärme medel 2007-2008 Nordisk elmix	47,0	36,4	97,6	3553,3	
Fjärrvärme medel 2007-2008 Restmix	47,0	36,4	102,9		3744,3
Fjärrkyla	3,9	3,0	140,0	426,5	426,5
Gasol	0,4	0,3	247,6	71,6	71,6
Brännolja	1,5	1,2	304,0	357,3	357,3
Gas/Diesel olja	0,1	0,1	269,7	21,1	21,1
Naturgas	1,7	1,3	222,2	291,4	291,4
Stadsgas	0,0	0,0	281,3	0,0	0,0
Bensin	0,1	0,1	285,4	21,6	21,6
Beräknad emissionsfaktor [gCO ₂ -ekv./gn]				8387,8	9684,8

Tabell 3 Beräkning av emissionsfaktor för Icke-miljömärkt hotell Europa. Källa: Bohdanowicz & Martinac (2007)

Energislag	Andel av energiförbrukning [%]	Energiförbrukning [kWh/gästnatt]	Emissionsfaktor [gCO₂-ekv./kWh]	Utsläpp [gCO₂-ekv./gn]
Energiförbrukning [kWh/gästnatt]		89,5		
Elektricitet	49,3	44,1235	400	17649,40
Fjärrvärme (Europa)	10,9	9,7555	270,5	2638,63
Fjärrkyla	0,6	0,537	140	75,18
Gasol	1,3	1,1635	247,6	288,08
Brännolja	2,8	2,506	304	761,82
Gas/Diesel olja	2,7	2,4165	269,7	651,73
Naturgas	0	0	222,2	0,00
Stadsgas	32,3	28,9085	281,3	8131,96
Bensin	0	0	285,4	0,00
Beräknad emissionsfaktor [gCO ₂ -ekv./gn]				30196,81

Tabell 4 Beräkning av emissionsfaktor för Miljömärkt hotell Europa. Källa: Green Globe 21 (2003) citerad i Bohdanowicz Bohdanowicz & Martinac (2007)

Energislag	Andel av energiförbrukning [%]	Energiförbrukning [kWh/gästnatt]	Emissionsfaktor [gCO₂-ekv./kWh]	Utsläpp [gCO₂-ekv./gn]
Energiförbrukning [kWh/gästnatt]		61,1		
Elektricitet	49,3	30,1223	400	12048,92
Fjärrvärme (Europa)	10,9	6,6599	270,5	1801,34
Fjärrkyla	0,6	0,3666	140	51,32
Gasol	1,3	0,7943	247,6	196,67
Brännolja	2,8	1,7108	304	520,08
Gas/Diesel olja	2,7	1,6497	269,7	444,92
Naturgas	0	0	222,2	0,00
Stadsgas	32,3	19,7353	281,3	5551,54
Bensin	0	0	285,4	0,00
Beräknad emissionsfaktor [gCO ₂ -ekv./gn]				20614,80