

# Klimatpåverkan från tryckta och digitala medier

- en jämförande studie

För Grafiska Företagens Förbund

Andreas Öman

2011-10-25

Arkivnummer: U3441

Rapporten godkänd.  
2011-10-25



Elin Eriksson  
Enhetschef

**IVL** Svenska  
Miljöinstitutet

Box 21060, SE-100 31 Stockholm  
Valhallavägen 81, Stockholm  
Tel: +46 (0)8 598 563 00  
Fax: +46(0)8 598 563 90  
[www.ivl.se](http://www.ivl.se)

Box 5302, SE-400 14 Göteborg  
Aschebergsgatan 44, Göteborg  
Tel: +46 (0)31 725 62 00  
Fax: + 46 (0)31 725 62 90

## **Förord**

Föreliggande studie är resultatet av ett uppdrag som projektet *Power of Print* – som drivs av Grafiska Företagens Förbund – ombett IVL Svenska Miljöinstitutet (IVL) att utföra. Författaren vill rikta ett stort tack till projektgruppen, bestående av Maria Blomgren (Grafiska Företagens Förbund), Maria Wikström (Grafiska Företagens Förbund), Per Liljedahl (Posten Meddelande AB), Karolina Brick (Posten Meddelande AB) samt Lars Lindgren (SCA), som kommit med värdefulla synpunkter och förbättringsförslag under projektets gång. Ett stort tack också till Lars-Gunnar Lindfors (IVL) som granskat rapporten.

Andreas Öman, 2011-10-17

## Summary

This report is the result of a project founded by the Swedish Graphic Companies' Federation, with the aim to add to the understanding how printed and digital media differentiates from a greenhouse gas (GHG) emissions lifecycle point of view, what assumptions that are critical for the outcome when comparing GHG emissions from various types of printed and digital media, and under what circumstances such comparison proves favourable for any of these two types of media.

A literature study was undertaken targeting comparative studies (printed versus digital media) with a life cycle perspective which is the accepted way of analyzing environmental impact of products. Nine studies were selected, targeting both printed and digital forms of books, journals, invoices and unaddressed commercial.

The literature study shows that the outcome of a comparative analysis could be heavily influenced with changes in the underlying assumptions. Assumptions regarding consumer transport, number of readers, electricity mix, period of use of an e-reader, waste management (with system expansion), and printing are parameters that could influence the outcome of a comparison between various types of printed and digital media.

The results from the study also point out that there is no general answer to what type of media that is the most preferable – printed or digital. However there are examples in the studies when quantitative differences are particularly substantial, which also means increased probability that the result is valid despite uncertainties in underlying data. For example a printed book is more climate friendly than a digital book if the printed book has an increased number of readers, while a digital newspaper is more climate friendly than a printed newspaper when the reading time is limited combined with a high utilization rate of the e-reader for other purposes.

# Sammanfattning

## Om studien

Föreliggande rapport är resultatet av ett uppdrag som projektet *Power of Print* – som drivs av Grafiska Företagens Förbund – ombett IVL Svenska Miljöinstitutet (IVL) att utföra. I uppdraget har ingått att, från publicerade och tillgängliga studier, sammanställa information om hur **klimatpåverkan** av tryckta och digitala medier skiljer sig åt i ett livscykelperspektiv, vilka delar som påverkar en jämförelse mest, och under vilka förutsättningar jämförelsen visar vilka resultat.

Uppdraget utformades som en litteraturstudie och baseras följaktligen fullt ut på andra studiers resultat. Nio studier valdes ut. Urvalet gjordes med hänsyn tagen till studiernas förhållning till livscykelperspektivet samt dess transparens och representativitet (aktualitet på data). Dessutom eftersträvades att få med en mix av olika medieprodukter – allt för att möjliggöra mer generella slutsatser om klimatpåverkan från tryckta och digitala medier.

I rapporten ges en inblick i varje studies förutsättningar samt dess resultat inklusive känslighetsanalyser för olika typer av tryckta och digitala medier (se kap.5). Resultat som funnits särskilt intressanta har också kommenterats. Uppdragets omfattning har inte medgett någon fördjupad analys av varje studies resultat.

I syntesens första del har översiktliga tabeller skapats för att åskådliggöra hur livscykeln skiljer sig åt mellan tryckta och digitala medier samt hur klimatpåverkande emissioner fördelar sig över livscykeln olika delar (se kap. 6.1). I syntesens andra del redovisas ett antal parametrar som enligt genomgångna studiers känslighetsanalyser har stor inverkan på utfallet av jämförelsen mellan tryckta och digitala mediernas klimatpåverkan (se kap. 6.2). I syntesens tredje del summeras under vilka förutsättningar det ena eller det andra formatet är att föredra ur klimatsynpunkt (se kap. 6.3).

## Vad har litteraturstudien visat?

### **Hur livscykeln mellan tryckta och digitala medier skiljer sig samt hur klimatrelaterade utsläpp fördelar sig över livscykeln olika delar**

#### **Tryckta medier**

Pappersproduktionen är den del av tryckta mediernas livscykel som oftast dominerar de klimatpåverkande utsläppen. Åtta av nio studier pekar på detta. Spannet för hur stor andel av tryckta produkters totala klimatpåverkan som utgörs av pappersproduktion varierar stort i studierna, med en lägsta andel på cirka 33 procent och en högsta andel på cirka 67 procent. Variationerna är dock inte anmärkningsvärda utan speglar bara det faktum att det rör sig om olika typer av produkter och/eller att varje studie omges med individuella systemgränsdragningar och/eller indata.

Tryckprocessen kan också bidra till en betydande del av klimatpåverkan, dock inte i samma utsträckning som pappersproduktionen. Tre av studierna visar att tryckprocessen utgör den andra största utsläppsposten i livscykeln medan tre studier håller den som den tredje största. I övriga studier utgör den en ännu lägre andel av total klimatpåverkan. Också här är variationen mellan studierna stor, som lägst står tryckningen för cirka 3 procent av klimatpåverkan och som högst för cirka 33 procent. I tryckprocessen inräknas också vanligtvis klimatpåverkan från att transportera den tryckta produkten från tryckeriet till återförsäljare/lagerlokal/utlämningsställe, men den har visat sig utgöra en mindre del av klimatpåverkan.

Flertalet studier pekar också på att distributionen kan bidra till en ansenlig del av tryckta mediers klimatpåverkan. I två av studierna utgör distributionen den andra största utsläppsposten i livscykeln medan tre studier håller den som den tredje största. Också här är variationen mellan studierna betydande, med en lägsta andel för distributionens klimatpåverkan på mindre än 1 procent och en högsta andel på cirka 28 procent. Återigen speglar variationerna olikheter mellan produkter, studiernas systemgränsdragningar och indata.

Enskilda studier visar också att andra parametrar kan ha stor betydelse. Journalistiskt fältarbete kan bidra med cirka 15 procent av total klimatpåverkan för en årskonsumtion av en tidskrift (Kronqvist m.fl. 2010). Konsumenttransport kan bidra till cirka 25 procent av en boks totala klimatpåverkan (Borggren & Moberg 2009). Förvaring kan bidra till 24 procent av total klimatpåverkan (Kozak 2003). Med förvaring avses energiåtgång för den yta som den tryckta medieprodukten upptar av lokalens totala yta. Storleken på klimatrelaterade emissioner beror nästan uteslutande på hur stor andel fossil energi som antas i el och/eller värmemixen.

Även avfallshantering med systemexpansion kan ge betydande avtryck på produktens klimatpåverkan. Med systemexpansion antas den tryckta produkten ersätta andra mer klimatpåverkande produkter på marknaden vilket antas leda till ”slupna emissioner”. Detta antagande kan leda till betydande klimatvinster och innebära att en produkts klimatpåverkan minskar med mellan 12-24 procent.

Det finns också exempel på delar av livscykeln som inte i någon studie överstiger 5 procent av total klimatpåverkan. Hit hör redaktionellt arbete där det exempelvis kan ingå att konvertera en skriven textfil inför tryckning.

## **Digitala medier**

För digitala medier är det produktionen av e-läsaren (t.ex. datorn, läsplattan) som enligt fem av sju studier ger störst bidrag till klimatpåverkan. Spannet för hur stor andel av de digitala medieprodukternas totala klimatpåverkan som utgörs av produktionen av e-läsaren varierar stort i studierna, med en lägsta andel på cirka 35 procent och en högsta andel på cirka 99 procent. Variationen speglar det faktum att det rör sig om olika typer av produkter och/eller att varje studie omges med individuella systemgränsdragningar och/eller indata. Två av studierna visar också att användningsfasen – oftast synonymt med elanvändningen för e-läsaren – är av stor betydelse för medieprodukternas klimatpåverkan. Spannet för hur

stor andel av produkternas totala klimatpåverkan som utgörs av användningen av e-läsare varierar stort i studierna, med en lägsta andel på mindre än 1 procent och en högsta andel på cirka 63 procent. Det finns ett antal parametrar som inverkar på användningens (läsningens) bidrag till produktens klimatpåverkan: lästiden, e-läsarens energieffektivitet samt elmixen. Beroende på hur dessa kombineras kan klimatpåverkan från användningen också blir mer eller mindre omfattande.

Även avfallshantering med systemexpansion kan spela en betydande roll för produktens klimatpåverkan. I Borggren & Moberg (2009) framgår det att avfallshanteringen av en läsplatta antas leda till en klimatvinst på 18 procent. För de flesta av studierna är dock avfallshanteringen medräknat i andra livscykelfaser varför den inte har redovisats separat.

Enskilda studier visar också att andra parametrar kan ha stor betydelse. Användning och produktion av server kan bidra med cirka 99 procent av en e-fakturas klimatpåverkan (Moberg m.fl. 2010). Merparten av klimatpåverkan, cirka 91 procent, kommer från elanvändning i samband med att servern används. Resterande andel, cirka 8 procent, härrör från produktionen av servern. En server behövs bland annat för att ge mottagaren tillgång till fakturan via den egna e-läsaren samt för lagring av fakturan över tid.

Det finns också exempel på delar av livscykeln som inte i någon studie överstiger 5 procent av livscykeln totala klimatpåverkan. Hit hör digital distribution och formatering av digitala medier samt nedladdning på en e-läsare.

## **Antaganden som kan påverka utfallet av en jämförelse mellan tryckta och digitala medier**

Känslighetsanalyser visar att antalet läsare per medieenhet kan ge en klimatmässig fördel för tryckta medier (se: Kronqvist m.fl. 2010, Kozak 2003). För tryckta medier kan nämligen alla klimatrelaterade utsläpp i livscykeln fördelas per läsare, det vill säga tre läsare ger en tredjedel av klimatbelastningen per läst produkt.

Detta är inte fallet för digitala medier vars klimatpåverkan delvis också är bunden till varje läsare (till exempel läsning av information). Men det finns delar av digitala mediers livscykel som teoretiskt kan fördelas per läsare, till exempel klimatpåverkan som är relaterad till produktionen av e-läsaren. För att detta ska ske måste emellertid en annan läsare använda samma e-läsare och på denna läsa exakt samma information. Ett sådant scenario kanske inte är särskilt sannolikt men skulle kunna förekomma, till exempel inom en familj som delar på en e-läsare.

Valet av elmix kan också påverka utfallet av en jämförelse av en tryckt och digital medieprodukt. Digital information har nämligen en nackdel jämfört med tryckt information: den ger upphov till klimatpåverkan när den används genom dess behov av en e-läsare som drar el. Nackdelen är särskilt påtaglig när utsläppsintensiv elmix kombineras med en omfattande lästid samtidigt som läsaren använder en icke energieffektiv e-läsare.

Konsumenttransport kan vara till nackdel framförallt för tryckta medier (se Kozak 2003, Borggren & Moberg 2009). Detta är i lägen då personbil används för ett inköp och bilresan har färre inslag av andra nyttor. Klimatpåverkande emissioner från bilen belastar då i högre utsträckning produkten i fråga.

Översatt till digitala medier skulle inköp av tryckt media motsvara inköp av exempelvis en e-läsare (dator, läsplatta m.m.). Då e-läsare i de flesta fall antas ha flertalet nyttor kommer dock enbart en mindre del av resans klimatpåverkan belasta den digitala produkten. Men givetvis finns undantag. Till exempel när e-läsaren i fråga är en läsplatta som bara kan användas för böcker samtidigt som läsningen av böcker är begränsad.

Avfallshanteringen är en annan parameter som kan ha stor betydelse för produkternas klimatpåverkan i lägen där systemexpansion antas, det vill säga när produkten i fråga antas avfallshandteras på ett sätt som gör att mer klimatpåverkande produkter kan ersättas (se Borggren & Moberg 2009, PE North West Europe 2010). Till exempel kommer den produkt som i studiens avgränsade område har en högre återvinningsgrad att uppvisa en betydligt bättre klimatprestanda. Anledningen är att en större andel av produkten kan användas för materialåtervinning som antas ersätta mer elintensiv och tillika mer utsläppsintensiv nytillverkning av samma material. Klimatnyttan blir givetvis större i länder eller regioner där elmixen består av en högre andel fossil energi.

För digitala medier pekar känslighetsanalyser på att resultatet också i hög utsträckning påverkas av antagen användningstid för stödsystem – framförallt åsyftas e-läsarens egenskap av att den vanligtvis utgör en betydande del av digitala mediers klimatpåverkan (se Borggren & Moberg 2009, Moberg m.fl. 2009, Enroth 2008). Användningstiden av stödsystemen utgör vanligtvis grunden till att bestämma hur stor del av klimatpåverkan från produktionen av stödsystemen som fördelas på produkten. Faktorn beskrivs då som andel (procent) av stödsystemets aktiva tid under dess livstid som nyttjas för ett givet syfte, till exempel för att läsa en e-dagstidning. Men klimatpåverkan från stödsystemen kan också fördelas på basis av filstorlek (se t.ex. Moberg m.fl. 2010). Oavsett är det viktigt att kunna ange rimliga antaganden för livslängd på stödsystemen samt användningsmönster.

Användningstiden är också en förutsättning för hur mycket el, och därmed klimatpåverkan, som läsning av en digital medieprodukt ger upphov till. Det är framförallt i jämförelser där lästiden är mer omfattande som det tryckta alternativets klimatprestanda gynnas till förmån för det digitala formatet (se Moberg m.fl. 2009, Enroth 2008). Tilläggas ska att storleken på användningens klimatpåverkan inte bara avgörs av lästiden utan också till stor del beror på hur energieffektiva stödsystem som används samt med vilka energislag elenergin har producerats.

Det finns några exempel i studierna som gör gällande att utskrift av digitala medier kan vara till stor nackdel för dess klimatpåverkan. Vid utskrift belastas nämligen de digitala medierna även av klimatpåverkan som sker i papprets livscykel samt i skrivarens livscykel (åtminstone för användning av skrivaren samt produktion av toner och bläck).

I Quack & Möller (2005) framgår att utskrift kan ha en direkt avgörande utgång för vilket alternativ – e-faktura eller brevaktura – som är att föredra ur klimatsynpunkt.

Moberg m.fl. (2010) visar också att utskrift är till stor klimatmässig nackdel för en e-faktura. Detta förändrar emellertid inte utgången av jämförelsen i Moberg (2010) men leder till att klimatnyttan med e-faktura minskar betydligt.

## **Tryckta eller digitala medier?**

Det kan inte nog understrykas att resultaten av genomgångna studier endast är giltiga under ett antal givna förutsättningar – unika för varje studie. Det kan handla om olikheter i systemgränsdragningar och/eller vilka indata som använts. Under dessa förutsättningar finns det ett antal exempel i studiernas huvudresultat eller känslighetsanalyser som uppvisar en särskilt stor kvantitativ skillnad för vilket format – tryckt eller digitalt – som är att föredra ur klimatsynpunkt. Större kvantitativa skillnader i resultatet ger nämligen en ökad säkerhet att resultatet är giltigt även om det finns inbyggda osäkerheter i indata.

Tryckta medier framstår klimatmässigt bättre när antalet läsare ökar (se Kozak 2003), när nyttjandet av en e-läsare för ett givet syfte sjunker (se Borggren & Moberg 2009), när e-läsaren förbrukar mycket el i kombination med längre lästid (se Moberg m.fl. 2009, Kronqvist 2010, Enroth 2008) samt när digitala medier skrivs ut i större omfattning (Kronqvist 2010). Digitala medier framstår klimatmässigt bättre när en kortare lästid antas samtidigt som e-läsaren i hög utsträckning nyttjas för andra syften (Moberg m.fl. 2009, Moberg m.fl. 2010), när nyttjandet av en e-läsare för ett givet syfte ökar (Borggren & Moberg 2009) samt om konsumenten avstår utskrift (Kronqvist 2010).

Att en studies resultat endast är giltiga under givna förutsättningar ställer också krav att i nästa steg kunna bedöma deras giltighet i den egna valsituationen. I detta fall kan känslighetsanalyser vara behjälpliga för att förstå vad som händer med resultatet om förutsättningarna ser annorlunda ut. Detta bör leda till en minskad risk att resultat rycks ur sitt sammanhang och används som ett vägledande argument för ett val där studiens resultat inte ger en rättvisande bild.



# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>SYFTE</b> .....	<b>1</b>
2.1	AVGRÄNSNING .....	1
2.2	DEFINITIONER .....	2
<b>3</b>	<b>METOD</b> .....	<b>3</b>
3.1	LITTERATURSTUDIE .....	3
3.1.1	<i>Analys/bearbetning</i> .....	4
<b>4</b>	<b>BAKGRUND INNAN LÄSNING</b> .....	<b>5</b>
4.1	LIVSCYKELMETODIK .....	5
4.1.1	<i>Introduktion</i> .....	5
4.1.2	<i>Mål och omfattning</i> .....	6
4.1.3	<i>Inventering</i> .....	7
4.1.4	<i>Miljöpåverkansbedömning</i> .....	7
4.2	KLIMATPÅVERKAN .....	7
4.3	BESKRIVNING AV MEDIEPRODUKTER .....	8
<b>5</b>	<b>GENOMGÅNGNA STUDIER</b> .....	<b>8</b>
5.1	BORGGREN & MOBERG (2009), "PAPPERSBOK OCH ELEKTRONISK BOK PÅ LÄSPLATTA – EN JÄMFÖRANDE MILJÖBEDÖMNING" .....	8
5.1.1	<i>Resultat</i> .....	9
5.1.2	<i>Kommentarer</i> .....	11
5.2	ENROTH (2008), "KLIMATPÅVERKAN FRÅN TRYCKTA OCH ELEKTRONISKA LÄROMEDEL – EN ÖVERSIKTLIG JÄMFÖRELSE" .....	11
5.2.1	<i>Resultat</i> .....	12
5.2.2	<i>Kommentarer</i> .....	13
5.3	KOZAK (2003), "PRINTED SCHOLARLY BOOKS AND E-BOOK READING DEVICES: A COMPARATIVE LIFE CYCLE ASSESSMENT OF TWO BOOK OPTIONS" .....	14
5.3.1	<i>Resultat</i> .....	15
5.3.2	<i>Kommentarer</i> .....	17
5.4	KRONQVIST M.FL. (2010), "MILJÖBEDÖMNING AV MEDIKANALERNA PAPPERSTIDSKRIFT OCH INTERNETPUBLICERING – SVENSK STUDIE" .....	17
5.4.1	<i>Resultat</i> .....	18
5.4.2	<i>Kommentarer</i> .....	20
5.5	MARTINEZ SANCHEZ & MØLLER (2011) "LCA ON THE PREVENTION OF UNSOLICITED MAIL IN THE VESTFORBRÆNDING MUNICIPALITIES" .....	20
5.5.1	<i>Resultat</i> .....	21
5.5.2	<i>Kommentarer</i> .....	21
5.6	MOBERG M.FL. (2010), "ENVIRONMENTAL IMPACTS OF ELECTRONIC INVOICING" .....	22
5.6.1	<i>Resultat</i> .....	23
5.6.2	<i>Kommentarer</i> .....	25
5.7	MOBERG M.FL. (2009), "SCREENING ENVIRONMENTAL LIFE CYCLE ASSESSMENT OF PRINTED, WEB BASED AND TABLET E-PAPER NEWSPAPER" .....	25
5.7.1	<i>Resultat</i> .....	26
5.7.2	<i>Kommentarer</i> .....	27
5.8	PE NORTH WEST EUROPE FÖR POST DANMARK (2010), "LIFE CYCLE ASSESSMENT OF UNADDRESSED MAIL" ...	28
5.8.1	<i>Resultat</i> .....	29

5.8.2	<i>Kommentarer</i> .....	30
5.9	QUACK & MÖLLER (2005), "ÖKOBILANZIELLE ANALYSE VON RECHNUNG ONLINE IM VERGLEICH ZU RECHNUNG PER BRIEF" .....	30
5.9.1	<i>Resultat</i> .....	31
5.9.2	<i>Kommentarer</i> .....	33
<b>6</b>	<b>SYNTES</b> .....	<b>34</b>
6.1	KLIMATPÅVERKAN I LIVSCYKELNS OLIKA DELAR.....	34
6.1.1	<i>Tryckta medier</i> .....	34
6.1.2	<i>Digitala medier</i> .....	37
6.2	ANTAGANDEN SOM KAN HA STOR BETYDELSE FÖR UTFALLET AV EN JÄMFÖRELSE MELLAN TRYCKTA OCH DIGITALA MEDIER.....	39
6.2.1	<i>Antalet läsare</i> .....	39
6.2.2	<i>Elmix</i> .....	39
6.2.3	<i>Konsumenttransport</i> .....	40
6.2.4	<i>Avfallshantering (systemexpansion)</i> .....	41
6.2.5	<i>Användningstid för elektroniska stödsystem</i> .....	41
6.2.6	<i>Utskrift av digitala medier</i> .....	42
6.3	TRYCKTA ELLER DIGITALA MEDIER?.....	43
<b>7</b>	<b>REFERENSER</b> .....	<b>44</b>

# 1 Inledning

En allt större andel av informationsflödet, som tidigare konsumerats via tryckta medier, sker idag också via digitala medier. Denna ”digitalisering” skapar en föränderlig mediemarknad där valmöjligheterna för konsumenten aldrig varit större.

Samtidigt har människans miljöpåverkan blivit en av dagens viktigaste offentliga och politiska debatter där det handlar om hur olika aktörer i samhället kan minska sin miljöpåverkan genom välunderbyggda och medvetna val. I detta sammanhang utgör valet av hur media konsumeras inget undantag.

Som miljöargument för den digitala informationen framhålls att man kan undvika flera steg i den traditionella tryckprocessen, som pappersproduktion, tryckning, efterbehandling och fysisk distribution av den tryckta produkten. Samtidigt är den digitala informationen beroende av exempelvis serverar där informationen lagras och distribueras digitalt via internet. Även den hårdvara som används har en miljöpåverkan som i någon mån bör belasta det digitala formatet.

Föreliggande rapport är resultatet av ett uppdrag som projektet *Power of Print* – som drivs av Grafiska Företagens Förbund – ombett IVL Svenska Miljöinstitutet (IVL) att utföra. I uppdraget har ingått att, från publicerade och tillgängliga studier, sammanställa information om hur **klimatpåverkan** av tryckta och digitala medier skiljer sig åt i ett livscykelperspektiv, vilka delar som påverkar en jämförelse mest, och under vilka förutsättningar jämförelsen visar vilka resultat.

## 2 Syfte

Studien syftar till att ge en fördjupad analys av hur klimatpåverkan av tryckta och digitala medier i ett livscykelperspektiv skiljer sig åt, vilka delar som påverkar en jämförelse mest, och under vilka förutsättningar jämförelsen visar vilka resultat.

### 2.1 Avgränsning

- I studien redovisas enbart produkternas klimatpåverkan. För en vidare miljöbedömning måste därför studien kompletteras med andra miljöaspekter.
- Uppdragets omfattning har inte möjliggjort någon fördjupad analys av genomgångna studiernas datakvalitet och hur den påverkar resultatet.

## 2.2 Definitioner

- Med *tryckta medier* avses information som är tryckt på papper.
- Med *digitala medier* avses information i textform som är beroende av någon typ av stödsystem och e-läsare för att läsas.
  - Med *stödsystem* avses alla system (server, modem, nätverk, routers, e-läsare m.m.) som möjliggör för en läsare att tillgå digital textinformation.
  - Med *e-läsare* avses en teknisk produkt som används för att läsa digital/elektronisk textinformation, till exempel bärbar dator, stationär dator, läsplatta, mobiltelefon eller tv-apparat.
  - I några av de genomgångna studierna benämns en *digital* medieprodukt som en *elektronisk* medieprodukt. Det förekommer också att en *digital* medieprodukt benämns som den tryckta motsvarighetens namn med ett ”e” framför. Till exempel e-bok, e-tidskrift eller e-faktura. Oavsett avser benämningarna samma produkter.

## 3 Metod

### 3.1 Litteraturstudie

Eftersökningen av studier genomfördes förutsättningslöst i bland annat databaser för vetenskapligt granskade artiklar, på internet och i bibliotek. Både studier där miljöpåverkan från tryckta och digitala medier jämförs och de som har avgränsats till en medieprodukt eftersöktes.

Processen för valet av studier genomfördes utifrån fyra urvalskriterier som presenteras i fallande ordning där det mest inflytelserika kriteriet för urvalet presenteras först:

1. **Livscykelperspektivet:** Studiens resultat ska ha tagits fram utifrån ett livscykelperspektiv, det vill säga ta hänsyn till hela, eller delar av, produkternas livscykel från råvaruutvinning, produktion och användning till avfallshantering.
2. **Transparens:** Studien ska genomgående präglas av transparens kring systemgränser, data och resultat. Kriteriet är avgörande för att värdera studiernas giltighet och tillförlitlighet.
3. **Mångfald:** I den mån det är möjligt ska studier för olika typer av tryckta medier och dess digitala motsvarigheter tas med. Kriteriet är eftersträvansvärt att ta hänsyn till för att möjliggöra mer generella slutsatser om klimatpåverkan för tryckta och digitala medier.
4. **Representativitet:** Studien ska helst vara baserad på dataunderlag som representerar teknik som avspeglar dagens situation. Kriteriet är eftersträvansvärt för att öka litteraturstudiens aktualitet och därmed relevans.

Av de studier som kommit till vår kännedom valdes nio studier ut (se Tabell 1). Urvalet begränsades också av studiens tids- och budgetram.

Tabell 1. Studier som tagits med i litteraturstudien.

Författare, år	Titel	Innefattar
Borggren, C. & Moberg, Å. (2009)	<i>Pappersbok och elektronisk bok på läsplatta – en jämförande miljöbedömning</i>	Bok E-bok
Enroth (2008)	<i>Klimatpåverkan från tryckta och elektroniska läromedel – en översiktlig jämförelse</i>	Bok E-bok
Kocak (2003)	<i>Printed Scholarly Books and E-book Reading Devices: A Comparative Life Cycle Assessment of Two Book Options</i>	Bok E-bok
Kronqvist m.fl. (2010)	<i>Miljöbedömning av mediekanalerna papperstidskrift och Internetpublicering – Svensk studie</i>	Tidskrift E-tidskrift
Martinez Sanchez & Møller (2011)	<i>LCA on the prevention of unsolicited mail in the Vestforbrænding municipalities</i>	Oadresserad direktreklam (tryckt)
Moberg m.fl. (2010)	<i>Environmental impacts of electronic invoicing</i>	Faktura E-faktura
Moberg m.fl. (2009)	<i>Screening environmental life cycle assessment of printed, web based and tablet e-paper newspaper.</i>	Tidskrift E-tidskrift
PE North West Europe (2010)	<i>Life Cycle Assessment of Unaddressed Mail</i>	Oadresserad direktreklam (ODR, tryckt)
Quack & Möller (2005)	<i>Ökobilanzielle Analyse von Rechnung Online im Vergleich zu Rechnung per Brief</i>	Faktura E-faktura

### 3.1.1 Analys/bearbetning

I ett första steg sammanställdes utvalda studiers resultat, inklusive resultat från studiernas eventuella känslighetsanalyser, i diagramform. Tanken med att redovisa alla resultat var att öka förståelsen för analysernas komplexitet och giltighet. Studiernas slutresultat har även använts i syfte att åskådliggöra den procentuella andel som varje livscykelstadium utgör av total klimatpåverkan. Detta för att ge ett brett underlag till slutsatser om vilka delar av livscykeln som är mer betydande än andra.

Slutligen har resultatet från känslighetsanalyserna sammanställts för att ge svar på vilka antaganden som har särskilt stor inverkan på studiernas slutresultat. Dessa parametrar presenteras i kap. 6.2.

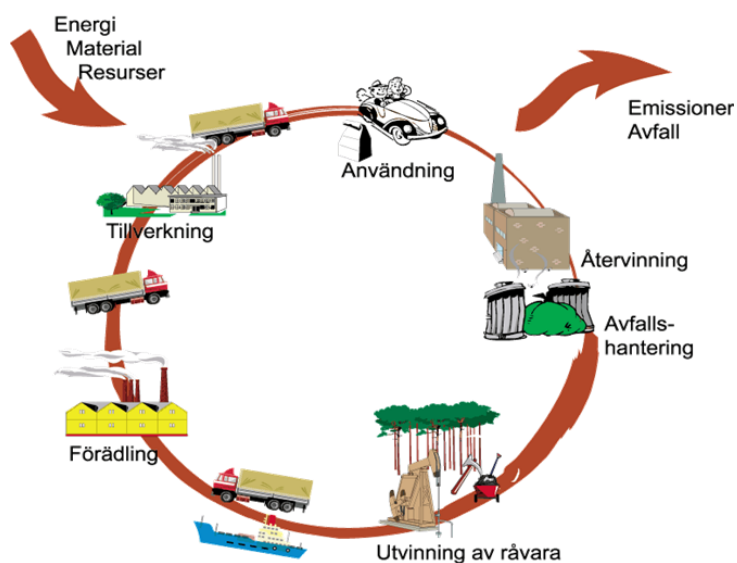
## 4 Bakgrund innan läsning

### 4.1 Livscykelmetodik

I följande kapitel beskrivs livscykelanalys (LCA) i generella termer. Alla studier som ingår i denna analys baseras, i mer eller mindre omfattning, på denna metodik.

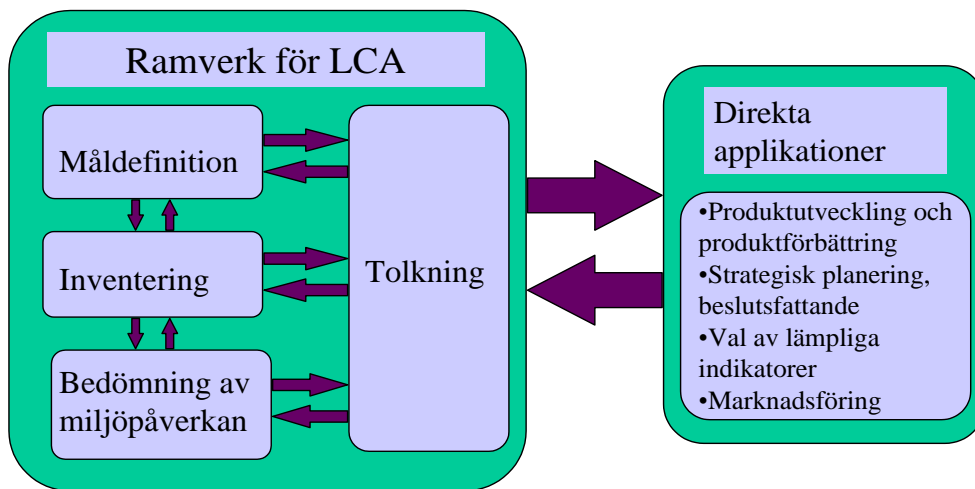
#### 4.1.1 Introduktion

En livscykelanalys är en sammanställning och utvärdering av inflöden och utflöden från ett produktsystem över hela dess livscykel liksom utvärdering av de potentiella miljöeffekterna hos ett produktsystem över hela dess livscykel (ISO 14040:2006). Med inflöden och utflöden avses användning av naturresurser respektive emissioner och avfall som är knutna till systemet. Livscykeln består av ett produktsystems alla stadier från och med uttag av naturresurser till och med slutligt omhändertagande och kvittblivning av avfall, se Figur 1.



Figur 1. Förenklad illustration av en produkts livscykel.

En livscykelanalys består av fyra faser, definition av målsättning och omfattning, inventeringsanalys, miljöpåverkansbedömning och tolkning av resultaten (ISO 14040:2006), se Figur 2.



Figur 2. LCA-studiens faser (Figur 1 i ISO 14040:2006).

#### 4.1.2 Mål och omfattning

I första fasen beskrivs målsättningen med livscykelanalysen. Målsättningen skall entydigt beskriva den avsedda tillämpningen, skälen till att utföra studien samt den tilltänkta mottagaren, det vill säga vem resultaten av studien avses för. Vidare definieras livscykelanalysens omfattning i första fasen. Här ingår att beskriva det produktsystem som studeras, funktionerna hos de studerade produktsystemen, den funktionella enheten (som utgör basen för de fortsatta beräkningarna), systemgränserna, eventuella allokeringar (fördelningar), metodiken för miljöpåverkansbedömning (inkluderas inte i denna studie) samt efterföljande tolkning, datakrav, antaganden, begränsningar, krav på datakvalitet och typ av kritisk granskning om detta tillämpas.

##### 4.1.2.1 Allokering

Det kan uppstå problem när miljöbelastning från processer som är gemensamma för flera produkter ska fördelas på produkter som tillverkas. Dessa problem benämns som allokeringssproblem och uppstår till exempel när kännedomen om processerna i ett produktsystem som är gemensamma för flera produkter är begränsad. Under sådana omständigheter, det vill säga när inget samband mellan orsak och verkan kan ställas upp för att fördela resurser och emissioner mellan produkterna, tillämpas processallokering. Processallokering utgår från en fördelningsfaktor som vanligtvis baseras på fysikaliska storheter som massa (massallokering) och energiinnehåll (energiallokering) men kan även baseras på pris (ekonomisk allokering). Nackdelen med faktorerna är att faktiska skillnader som finns mellan produkter i en tillverkningsprocess förbises.

I vissa lägen går det dock att undvika processallokering. Förutom att anta en högre detaljeringsnivå för systemet, det vill säga att man följer grunden för allokering enligt ISO 14044 och delar upp processen i olika enhetsoperationer, går det att utvidga



produktsystemet genom systemexpansion<sup>1</sup>. Principen bygger på att produktsystemet utvidgas för att möjliggöra att en eller flera biprodukter från en tillverkningsprocess kan ersätta en eller flera produkter på marknaden. Dess tillämpbarhet är helt beroende av att det finns en avsättning för biprodukter som genereras i en tillverkningsprocess. Om biprodukten till exempel är spillvärme motiveras principen med att ju mer spillvärme som en tillverkningsprocess genererar och levererar till fjärrvärmenätet, desto mindre fjärrvärme behöver produceras från andra energislag. Därigenom uppstår ”slupna emissioner” eller ”miljövinster” som krediteras huvudprodukten.

### 4.1.3 Inventering

Inventeringsanalysen innefattar datainsamling och beräkningar för att kvantifiera relevanta inflöden och utflöden till ett produktsystem över hela dess livscykel. När de delar av livscykeln som ger störst potentiell miljöpåverkan är identifierade, kan eventuellt vissa delar av inventeringen behöva förfinas. Ibland uppmärksammas uppgifter och information som kräver en förändring av själva målsättningen med eller omfattningen av studien.

### 4.1.4 Miljöpåverkansbedömning

I miljöpåverkansbedömningen utvärderas betydelsen av de miljöeffekter som produktsystemet potentiellt bidrar till.

## 4.2 Klimatpåverkan

Det finns flera växthusgaser förutom koldioxid (CO<sub>2</sub>) som bidrar till att förstärka växthuseffekten, däribland metan (CH<sub>4</sub>) och lustgas (N<sub>2</sub>O) samt florerande gaser. Metan och lustgas är starkare växthusgaser än koldioxid. Vid beräkning av växthusgaspåverkan används den så kallade GWP-faktorn (GWP = Global Warming Potential) som beskriver växthusgasens påverkan i förhållande till koldioxid under en viss tidsperiod, vanligen hundra år (GWP100). Till exempel är metan en 23 gånger starkare växthusgas än koldioxid. För bränslen används vanligen formen gram koldioxidekvivalenter per megajoule bränsle (g CO<sub>2</sub>eq/MJ bränsle). När i tiden emissionerna sker och hur tidsperspektivet mellan utsläpp och upptag av växthusgaser hanteras är också av stor betydelse för resultatet.

Det bör noteras att emissioner av koldioxid kan delas in i biogen respektive fossil koldioxid. Biogen koldioxid är en del av kolets naturliga kretslopp som tas upp och binds in i skogar och annan växtlighet när de växer och som sedan avges vid förmultning eller förbränning vilket inte bidrar till en nettoökning av atmosfärens halt av koldioxid. Koldioxid av fossilt ursprung däremot bidrar till en nettoökning av växthusgasen i atmosfären i och med att fossilt lagrat kol i till exempel olja och kol tillförs atmosfären.

---

<sup>1</sup> Benämns ibland som systemutvidgning

## 4.3 Beskrivning av medieprodukter

I studien ingår ett antal typer av tryckta medier samt många av dess elektroniska motsvarigheter (se Tabell 1). Produktsystemen uppvisar stora skillnader i dess livscykel men är trots detta ämnade för att uppnå samma nytta – att förmedla ett budskap till en mottagare. Därmed kan de också jämföras. I tryckta medieprodukters livscykel ingår bland annat: skogsbruk (inkl. transport av virke), pappersproduktion (inkl. transport av papper), skapande av textinnehåll (journalisters fältarbete), redaktionellt arbete (datorer, uppvärmning, belysning m.m.), tryckning (inkl. tryckning av förbrukningsmaterial till tryckning och efterarbete), distribution till återförsäljare/mottagare, eller till postlåda, konsumenttransport till och från återförsäljare, läsning samt avfallshantering.

I digitala medieprodukters livscykel ingår bland annat: produktion, användning, avfallshantering av teknisk utrustning för att kunna läsa information (till exempel e-läsare, server, internetinfrastruktur, modem), skapande av textinnehåll (resor för journalister), redaktionellt arbete (energianvändning för dator, värme, belysning) samt läsning. För den tekniska utrustningen medräknas oftast avfallshantering. I vissa fall antas att den digitala produkten skrivs ut varför livscykeln också kan innehålla produktion, användning och avfallshantering av skrivare, samt produktion och avfallshantering av papper till skrivare.

Det finns dock inga regler för vilka livscykelfaser som ingår i produkternas livscykel utan det avgörs i en studies systemavgränsningar. I studier där tryckt och motsvarande digital textinformation ställs mot varandra är det relativt vanligt att vissa faser utesluts eftersom de anses vara likvärdiga för båda produktsystemen, till exempel skapande av innehåll till medierna (resor för journalister och användning av teknisk utrustning).

## 5 Genomgångna studier

I kapitlet presenteras alla studier som valts ut till litteraturstudien. De går igenom enligt strukturen med systemgränsdragningar och data, resultat inklusive känslighetsanalyser och avslutas med kommentarer kring resultat som anses särskilt intressanta. Uppdragets omfattning har inte medgett någon fördjupad analys av varje studies resultat.

### 5.1 Borggren & Moberg (2009), "Pappersbok och elektronisk bok på läsplatta – en jämförande miljöbedömning"

I Borggren & Moberg (2009) görs en jämförande miljöbedömning mellan en skönlitterär pappersbok och en elektronisk bok (e-bok). Studien är geografiskt avgränsad till Sverige vilket innebär att svensk elmix och svensk avfallshantering antas. För båda produktsystemen antas en läsare.

Den tryckta boken antas ha en hård rygg, bestå av 360 sidor med offsettryck (coldset) i Sverige på träfritt papper (obestruket 80g/m<sup>2</sup>). Författarna antar att det går 1,14 böcker för varje såld bok i traditionell bokhandel (14 procent av total tryckt upplaga antas förbli osåld) medan samma siffra för internetbokhandel anges till 0,5 procent. Konsumenten antas göra en två kilometer lång bilresa med en bensindrivna bil för att hämta boken hos ombud. Efter användning antas boken gå till avfallsförbränning med energiåtervinning. I bokens livscykel ingår:

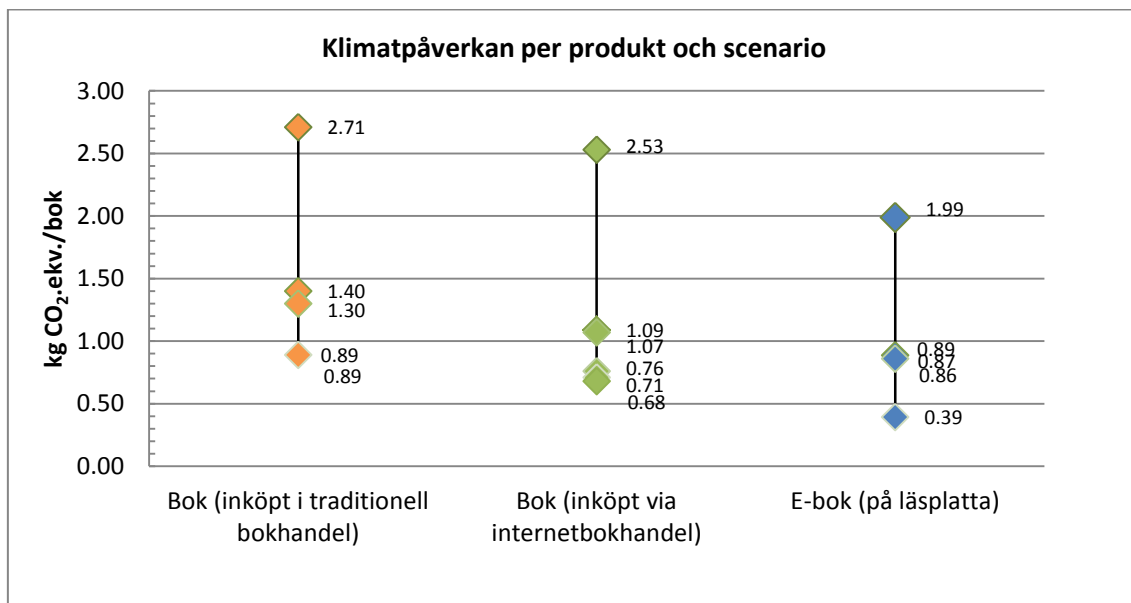
- Skogsbruk (ej koldioxidbindning i skogens nettotillväxt) och produktion av massa och papper
- Tryckning och produktion av material till tryckningen
- Redaktionellt arbete (ta fram PDF-fil och konvertera PDF-fil inför tryckning)
- Distribution (inkl. emballage) till centrallager och bokhandlare/utlämningsställe/postlåda
- Bokhandel (energianvändning för lagring)
- Transport med personbil för bokinköp
- Avfallshantering genom avfallsförbränning med energiåtervinning

Den elektroniska boken antas vara en PDF-fil på 1,5 MB som läses på en läsplatta. Läsplattan antas ha en livslängd på två år och används av en läsare som läser två böcker i månaden. Läsplattan används inte för några andra syften. Lästiden anges som en laddning av läsplattan, det vill säga 2,5 Wh. I e-bokens livscykel ingår:

- Utvinning av råvaror till läsplattans komponenter samt produktion av dessa
- Redaktionellt arbete (framtagande av PDF-fil samt konvertering av den inför publicering)
- Lagring av bok på server (elanvändning)
- Nedladdning av bok till dator (server och modem)
- Läsning av bok (elanvändning)
- Avfallshantering (materialåtervinning, förbränning med energiutnyttjande och deponering)

### **5.1.1 Resultat**

I Figur 3 (se nästa sida) presenteras studiens huvudresultat inklusive resultaten från studiens känslighetsanalyser. Tabell 2 är tänkt att användas för att förstå datapunkterna i Figur 3.



Figur 3. Klimatpåverkan för en bok i tryckt och digitalt format. Varje datapunkt motsvarar ett scenario som kan tydas genom tabellen nedan.

Tabell 2. Beskrivning av antaganden som ligger bakom datapunkter som presenteras i Figur 3. I tabellen presenteras även hur resultatet i basscenariot förändras med förändrade antaganden.

Typ av produkt	Kg CO <sub>2</sub> -ekv./bok	Beskrivning av känslighetsanalyser	Förändring utifrån basscenario (ca %)
Bok (inköpt från traditionell bokhandel)	2,71	– Konsumenttransport, 10 km istället för 2 km	+ 108
	1,40	– Nordisk elmix istället för svensk elmix	+ 8
	<b>1,30</b>	<b>Basscenario</b>	0
	0,89	– Tråhålligt papper istället för träfritt papper	-32
	0,89	– Konsumenttransport, 0 km istället för 2 km	-32
Bok (inköpt från internetbokhandel)	2,53	– Konsumenttransport, 10 km istället för 2 km	+236
	1,09	– Nordisk elmix istället för svensk elmix	+2
	<b>1,07</b>	<b>Basscenario</b>	0
	0,76	– Tråhålligt papper istället för träfritt papper	-29
	0,71	– Konsumenttransport, 0 km istället för 2 km	-34
E-bok	1,99	– 10 böcker per år istället för 24 böcker	+228
	0,89	– Nordisk elmix istället för svensk elmix	+2
	<b>0,87</b>	<b>Basscenario</b>	0
	0,86	– Elmix (vindkraft) istället för svensk elmix	-1
	0,39	– 5 års livslängd på läsplatta istället för 2 år	-55

## 5.1.2 Kommentarer

I Tabell 2 framgår att den tryckta bokens klimatprestanda är mycket känslig för antaganden kring transportavstånd när boken ska inhandlas av konsumenten. Faktum är att ett ökat transportavstånd, med en bensindriven bil, på 8 kilometer ger en 108-procentig ökning av klimatpåverkan. Viss hänsyn har tagits till att resan har andra nyttor (mindre andel av bilens klimatpåverkande utsläpp allokeras till boken), men i relation till övrig klimatpåverkan får den trots detta ett betydande genomslag.

Resultatet för e-boken visar på stor känslighet för hur många böcker som läses på läsplattan under dess livstid. Uppgifter om användning och livslängd anges som osäkra. Det är dock intressant att notera att ett minskat läsande per år, från 24 till 10 böcker, innebär att läsplattan går från att vara alternativet som i basscenariot är det mest fördelaktiga ur klimatsynpunkt till att vara det minst fördelaktiga.

Av de två tryckta alternativen är det boken som köps in via internet som uppvisar en bättre klimatprestanda. Framförallt beror detta på att bokinköp via internet distribueras med vanlig postgång vilket ger lägre klimatpåverkan per försändelse än om slutkonsumenten använder sin bil. Men här inverkar också hur många exemplar som förblir osålda vilket antagits vara 0,5 procent för internetbokhandel. Samma siffra för traditionell bokhandel har antagits vara 14 procent av total tryckt upplaga. Varje köpt bok via internet belastas således mindre av klimatpåverkan från osålda böcker.

I rapporten anges ett antal osäkerheter som på olika sätt kan spela in för slutresultatet. Till exempel finns det osäkerheter i de data som använts för läsplattan, särskilt gällande avfallshanteringen. Där antas att 75 procent av läsplattorna i Sverige skulle nå återvinningssystemet. Därtill saknas data för produktionen av den speciella skärmen. Författarna menar att uppgifter om klimatpåverkande utsläpp till följd av produktion av skärmen skulle kunna ha en betydande inverkan på resultatet.

## 5.2 Enroth (2008), "Klimatpåverkan från tryckta och elektroniska läromedel – en översiktlig jämförelse"

I studien jämförs fossila koldioxidemissioner från 5000 tryckta läromedel med 5000 elektroniska läromedel. Varje läromedel används i 2 timmar per vecka i 40 veckor under 5 år av 5000 elever per år. Eleverna är spridda på sex olika orter i Norge. Studiens upplägg att jämföra böcker i tryckt och elektroniskt format innebär att delar av livscykeln som inte skiljer sig åt inte medtas, till exempel redaktionellt arbete.

Det tryckta läromedlet har formatet 19x26 kvadratcentimeter och omfattar 304 sidor plus omslag. Ett läromedel antas väga cirka 0,8 kg vilket innebär att de 5000 läroböckerna tillsammans väger 4,0 ton. Inklusivt antagen makulatur är den totala pappersmängden för det tryckta läromedlet 4,8 ton. Livslängden för det tryckta läromedlet har antagits till 5 år

vilket innebär att samma bok kan användas av 5 årskullar av elever. Följande livscykelsteg har modellerats för de tryckta läromedlen:

- Massa- och pappersproduktion
- Tryckning och efterbehandling (energianvändning)
- Prepress (energianvändning)
- Distribution av böcker till användare
- Restprodukthantering (böcker)

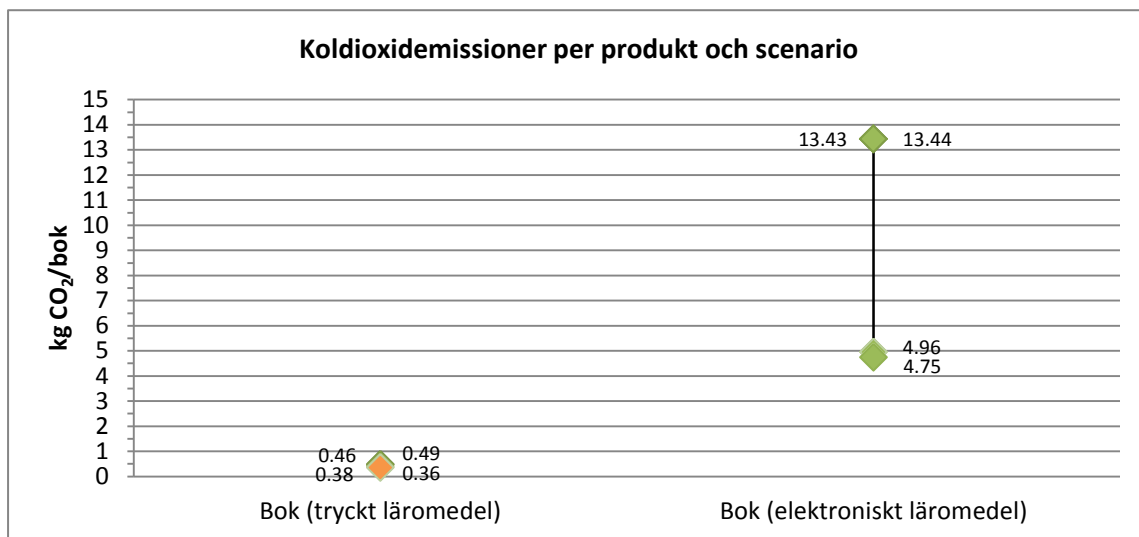
Livslängden för datorer och skärmar som krävs för användning av det elektroniska läromedlet har antagits vara 5 år. Under tidsperioden för jämförelsen behöver det alltså inte köpas in några nya datorer. Enligt praxis har miljöpåverkan från uppströms processer (distribution till användare och produktion och restprodukthantering av datorutrustning) fördelats utifrån andelen av e-läsarens aktiva tid under dess livstid som används för att läsa läromedlet. Följande livscykelsteg har modellerats för de elektroniska läromedlen:

- Dator- och skärmproduktion
- Formatering och uppladdning (50 timmar extratid för e-bok)
- Distribution av datorutrustning till användare
- Studier (nedladdning, läsning, m.m.)
- Restprodukthantering (datorutrustning)

Märk att användning av infrastruktur för elektronisk kommunikation via internet inte är medtagen i studien. Därtill modelleras ett normalalternativ där en användare antas nyttja en stationär dator och skärm samt ett lågenergiscenario där användaren nyttjar en laptop.

### **5.2.1 Resultat**

I Figur 4 (se nästa sida) presenteras resultatet i studiens olika scenarier. Observera att resultatet i originalstudien redovisas som kilogram koldioxid för 5000 böcker vilket i föreliggande omräknats till kilogram koldioxidemissioner per lärobok. Tabell 3 är till för att tyda vilket resultat som hör ihop med vilka antaganden.



Figur 4. Koldioxidemissioner för ett läromedel i tryckt respektive elektroniskt format.

Tabell 3. Beskrivning av antaganden som ligger bakom datapunkter som presenteras i Figur 4. Inget basscenario finns angivet i studien.

Typ av produkt	kg CO <sub>2</sub> /bok	Beskrivning av resultat	Förändring utifrån basscenario (ca %)*
Bok	0,49	– Normalalternativ för tryckprocessen + distribution av bok med lastbil	-
	0,46	– Normalalternativ för tryckprocessen + distribution av bok på järnväg	-
	0,38	– Lågenergi för tryckprocessen + distribution av bok med lastbil	-
	0,36	– Lågenergi för tryckprocessen + distribution av bok på järnväg	-
E-bok	13,43	– Stationär PC + distribution av datorutrustning med en mix av transportslag (normalalternativ)	-
	13,44	– Stationär PC + distribution av datorutrustning med högre andel tåg (normalalternativ)	-
	4,96	– Bärbar PC, viss utskrift (en av A4-papper, ensidigt) + distribution av datorutrustning med en mix av transportslag.	-
	4,75	– Bärbar PC + distribution av datorutrustning med högre andel tåg	-

\* I studien anges inget basscenario.

## 5.2.2 Kommentarer

Studien redovisar enbart fossil koldioxid och inte klimatpåverkan. Samtidigt beskriver författarna att det i vissa fall varit svårt att särskilja fossil koldioxid från andra klimatpåverkande gaser då klimatpåverkan i litteraturen ofta redovisas i form av så kallade koldioxidekvivalenter. Detta gör att det inte bör skilja allt för mycket mellan studiens resultat och produkternas totala klimatpåverkan.

Resultatet visar att klimatpåverkan vid läsning av ett läromedel på en laptop är cirka 10 gånger större jämfört med klimatpåverkan från ett tryckt läromedel. En del av förklaringen till den stora skillnaden är att e-boken ger upphov till klimatpåverkan i användningsfasen

något som det tryckta alternativet inte gör. Att andelen utsläpp i användningsfasen utgör så pass stor andel (cirka 37 procent) av total klimatpåverkan beror på kombinationen omfattande lästid per lärobok och att el som används under läsning är producerad med relativt utsläppsintensiva energislag (nordisk elmix). Dessutom används lästiden för att allokera klimatpåverkan från produktionen av den bärbara datorn. Om e-läsaren till största delen nyttjas för att läsa böcker kommer också böckerna att bära en större andel av den totala klimatpåverkan från produktion (inkl. avfallshantering och distribution) av e-läsaren.

I studien finns också två scenarier där koldioxidemissioner för det elektroniska läromedlet nästan är 30 gånger större än för ett tryckt läromedel. I scenariot antas att läsaren använder sig av en stationär dator som förbrukar mer el än en bärbar dator. Dessutom antas det att europeisk elmix används vilken är betydligt mer utsläppsintensiv än den nordiska elmixen. Det faktum att den stationära datorn består av två enheter gör också att klimatpåverkan från tillverkningen av e-läsaren blir mer omfattande.

En intressant aspekt av studien är att pappersmängden för antagen extrautskrift för e-boken överstiger pappersmängden för det tryckta läromedlet. Detta är en naturlig följd av att varje elev antas göra 80 utskrifter per år ( $80 \times 5 = 350$  sidor) medan varje tryckt bok har 340 sidor och används under 5 år. Extra utskrifter utgör dock endast cirka 5 procent av produktens totala klimatpåverkan.

### **5.3 Kozak (2003), "Printed Scholarly Books and E-book Reading Devices: A Comparative Life Cycle Assessment of Two Book Options"**

I studien jämförs miljöprestanda för böcker i tryckt respektive elektroniskt format. Utgångspunkten för jämförelsen är en student som läser 40 böcker en gång under sin fyraåriga studietid. Att boken läses en gång innebär att effekten av att studera inte medtas eftersom studenten troligtvis skulle läsa boken fler än en gång. Studien är geografiskt avgränsad till USA vilket innebär att elmix och avfallsströmmar representerar amerikanska förhållanden.

En tryckt lärobok antas innehålla 500 sidor och vara utformad i standardstorlek. I studien antas att studenten väljer att behålla läroböckerna efter läsning vilket innebär att ingen miljöpåverkan antas uppkomma i avfallsledet. I analysen antas att konsumenten besöker bokhandeln vid 8 tillfällen för att införskaffa totalt 40 läroböcker. Varje resa antas vara 10 miles och inkludera återresa. Produktsystemet för den tryckta läroboken inkluderar:

- Produktion av bläck (inkl. avfallshantering)
- Produktion av papper (inkl. transport)
- Skapande av dokument
- Tryckprocessen (tryckning, sortering, bindning)
- Distribution (till grossist samt vidare till bokhandel)
- Produktion av emballage (inkl. avfallshantering)



- Bokhandel (hantering i bokhandel samt hjälpaktiviteter för att lagra boken)
- Personlig transport (till bokhandel)
- Avfallshantering av bok

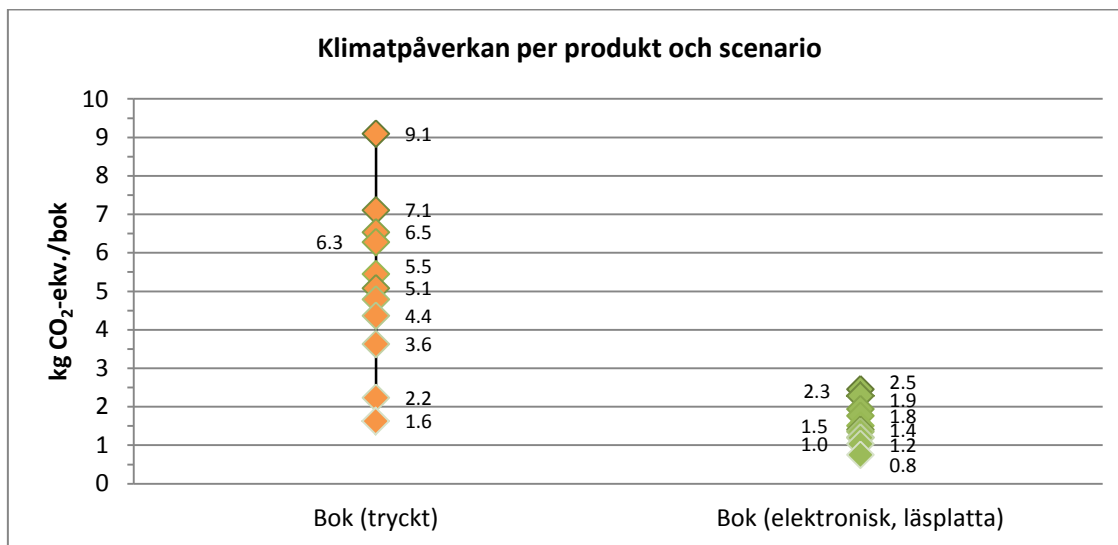
Den elektroniska läroboken läses en gång på en läsplatta som har en antagen livslängd på 5 år. Varje e-bok antas vara 1,372 kilobyte (kB) vilket motsvarar informationsmängden i det tryckta alternativet. I produktsystemet medräknas att studentens klasskamrater också för varje lektion måste ladda ner boken från en server. Produktsystemet för den tryckta läroboken inkluderar:

- Material till komponenter
- Tillverkning av e-läsare (inkl. batteri och kabel)
- Distribution av e-läsare (till grossist vidare till återförsäljare/bibliotek)
- Produktion av emballage till e-läsare (inkl. avfallshantering)
- Bokhandel (efter leverans)
- Personlig transport till bokhandel
- Byggnadsrelaterade funktioner (för att upprätthålla e-läsarens funktion)
- Användning
  - Skapande av e-bok (innan publicering)
  - Lagring av e-bok på server (inkl. produktion och avfallshantering av server)
  - Filöverföring (inkl. produktion och avfallshantering av nätverksutrustning)
  - Läsning av e-bok
- Avfallshantering av e-läsare

Miljöpåverkan från produktion och avfallshantering från server och nätverksutrustning räknas till användningsfasen för att författarna ser dessa som stödfunktioner för att läsaren ska kunna tillgodogöra sig informationen i e-boken.

### **5.3.1 Resultat**

I Figur 5 (se nästa sida) presenteras studiens huvudresultat och resultaten från studiens känslighetsanalyser. Tabell 4 är till för att tyda vilket resultat som hör ihop med vilka antaganden.



Figur 5. Klimatpåverkan för en bok i tryckt och digitalt format. Resultatet har hämtats från Kozak (2003) och räknats om för att motsvara klimatpåverkan av en bok och inte 40 böcker som originalstudien redovisar.

Tabell 4. Beskrivning av antaganden som ligger bakom datapunkter som presenteras i Figur 5. I tabellen presenteras även hur resultatet i basscenariot förändras med förändrade antaganden.

Typ av produkt	kg CO <sub>2</sub> -ekv./bok	Beskrivning av resultat	Förändring utifrån basscenario (ca %)
Bok	9,10	– Utökad antal sidor (från 500 till 1000 sidor)	+67
	7,11	– Förändrad avfallshantering (från ingen till 100 % deponi)	+30
	6,53	– Större transportavstånd för konsument (från 10 till 20 miles)	+20
	6,28	– Förändrad avfallshantering (från ingen till 50 % deponi)	+15
	<b>5,45</b>	<b>Basscenario</b>	<b>0</b>
	5,08	– Ökad effektivitet i elnätet från 20,6 % till 24,8 %	-7
	4,79	– Ökad effektivitet i elnätet från 20,6 % till 33,8 %	-12
	4,37	– Ingen personlig transport (från 10 miles)	-20
	3,3	– Minskat antal sidor (från 500 till 250 sidor)	-33
	2,23	– Ökat antal användare per bok (från 1 till 2)	-59
	1,62	– Ökat antal användare per bok (från 1 till 3)	-70
E-bok	2,45	– Större informationsmängd i e-bok (från 1,35MB till 2,68 MB)	+63
	2,28	– Utökad antal studietimmar (från 0 tim till 2688 tim)	+51
	1,94	– Färre antal läsare som vid samma tillfälle laddar hem e-bok från server (från 30 till 15)	+29
	1,77	– Studietimmar inkluderat (från 0 tim till 640 tim)	+17
	<b>1,51</b>	<b>Basscenario</b>	<b>0</b>
	1,40	– Läsastigheten ökar (från 140 till 175 ord/min)	-7
	1,35	– Läsastigheten ökar (från 140 till 200 ord/min)	-10
	1,20	– Användare som vid samma tillfälle laddar hem e-bok (30 till 100)	-20
	1,20	– Ökad effektivitet i elnätet från 20,6 % till 24,8 %	-21
	1,03	– Färre sidor (från 1,35MB till 0,67MB)	-31
0,75	– Ökad effektivitet i elnätet från 20,6 % till 33,8 %	-50	

### 5.3.2 Kommentarer

Det framgår att klimatpåverkan från ett tryckt läromedel framförallt beror på pappersproduktionen, elanvändning under tryckprocessen samt konsumentens transport för att inhandla boken. För det elektroniska läromedlet beror klimatpåverkan framförallt på elanvändningen när e-boken läses.

I studien går det uttyda att det elektroniska alternativet i alla lägen uppvisar bättre klimatprestanda så länge boken antas ha en läsare. Detta oavsett om personlig transport undantas från analysen, exempelvis i det fall studenten går eller cyklar för att inhandla den tryckta kurslitteraturen. Men antas istället två läsare per tryckt läromedel uppvisar de båda produktsystemen en nära nog identisk klimatprestanda. Fler än en läsare per bok är ett scenario som för studenter snarare är troligt än osannolikt eftersom en många gånger pressad ekonomisk situation gör det attraktivt att sälja böcker vidare till andra läsare. I studien görs bedömningen att e-läsaren inte har fler än en läsare på grund av att det anses vara opraktiskt att dela på en läsare under studietiden. Det är heller inte särskilt sannolikt att studenten säljer sin e-läsare och att samma böcker skulle läsas på den av den nya användaren.

Förvaring bidrar till 24 procent av den totala klimatpåverkan. Med förvaring avses energiåtgång för den yta som den tryckta medieprodukten upptar av lokalens totala yta. Storleken på klimatrelaterade emissioner beror nästan uteslutande på hur stor andel fossil energi som antas i el och/eller värmemixen.

### 5.4 Kronqvist m.fl. (2010), "Miljöbedömning av mediekanalerna papperstidskrift och Internetpublicering – svensk studie"

I studien genomförs en jämförande miljöpåverkansbedömning av tryckt papperstidskrift och webbaserad papperstidskrift. Studien har först och främst utförts med ett svenskt perspektiv (elmix och avfallsströmmar) men antaganden testas också för nordiskt och europeiskt perspektiv. Basen för jämförelsen är konsumtion av en månatlig tidskrift under ett år för en läsare.

Tidskriften trycks med offset (HSWO) fyrfärgstryck i Sverige på LWC-papper (Light Weight Coated). Den antas utkomma i 11 nummer (varav ett nummer är dubbelnummer) per år och omfatta cirka 120 sidor per nummer. 91 procent av tidskrifterna prenumereras och erhålls via post medan endast 9 procent köps som lösnummer hos återförsäljare. Varje exemplar läses av 3,23 läsare per exemplar under 40 minuter per nummer. Produktsystemet för den tryckta upplagan av tidskriften inkluderar:

- Skogsbruket inkl. transport av virke (ej koldioxidbindning i skogens nettotillväxt)
- Pappersproduktion (inkl. transport av papper)
- Skapande av tidskriftens innehåll

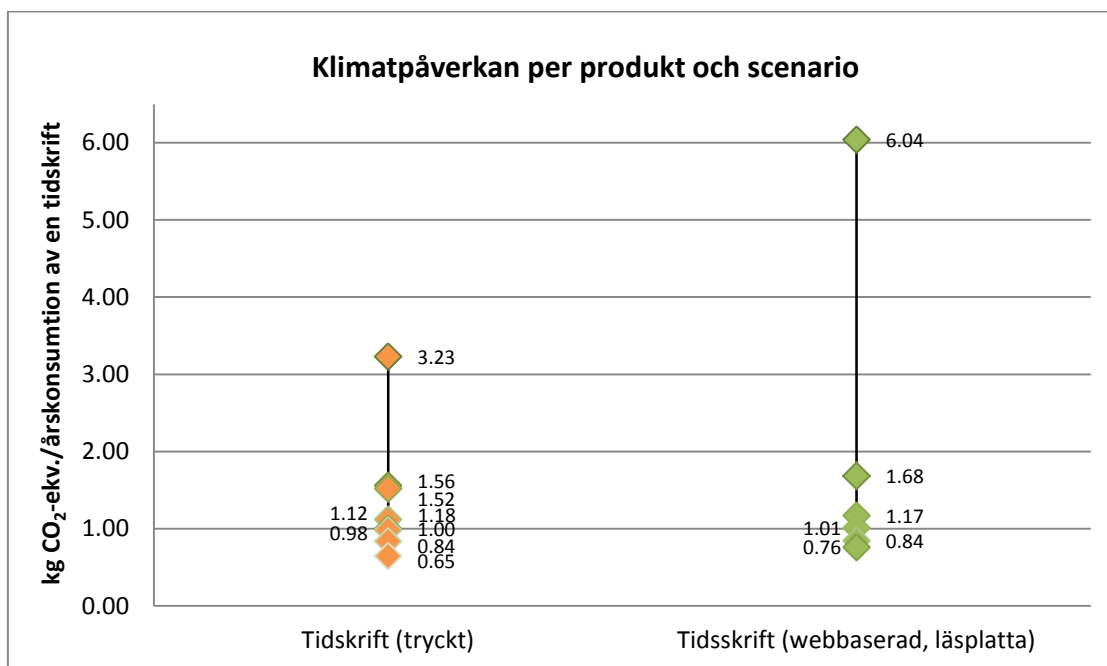
- Resor för journalister
- Redaktionellt arbete (energianvändning för dator, värme, belysning)
- Tryckning
- Efterbearbetning
- Distribution till postlåda/återförsäljare
- Transport konsument till återförsäljare av tidning (tur-och-retur)
- Läsning (ingen miljöpåverkan)
- Avfallshantering (återvinning och förbränning med energiåtervinning)

Den webbaserade tidskriften läses på en bärbar dator under 40 minuter uppdelat i 3 besök per månad och lösnummer. Informationen laddas ned till datorn med hjälp av ett ADSL-modem. Läsaren antas skriva ut 2 utskrifter (A4) per månad vilket ger 24 utskrifter under ett år. Produktsystemet för den webbaserade tidskriftens upplaga inkluderar:

- Produktion av dator (inkl. avfallshantering)
- Produktion av skrivare (inkl. avfallshantering)
- Produktion av papper till skrivare (inkl. avfallshantering)
- Skapande av tidskriftens innehåll
  - Resor för journalister
  - Redaktionellt arbete (energianvändning för dator, värme, belysning)
- Server (energianvändning)
- Internetinfrastruktur (energianvändning)
- Modem (energianvändning)
- Läsning (energianvändning)

#### **5.4.1 Resultat**

I Figur 6 (se nästa sida) presenteras studiens huvudresultat inklusive resultaten från känslighetsanalyser. Tabell 5 är tänkt att användas för att förstå data i Figur 6.



Figur 6. Klimatpåverkan för en årskonsumtion av en tidskrift för en läsare i tryckt och digitalt format. Varje datapunkt motsvarar ett scenario som kan tydas genom tabellen nedan.

Tabell 5. Beskrivning av antaganden som ligger bakom datapunkter som presenteras i Figur 6. I tabellen presenteras även hur resultatet i basscenarioet förändras med förändrade antaganden.

Typ av produkt	kg CO <sub>2</sub> -ekv./årskonsumtion av en tidskrift	Beskrivning av resultat	Förändring från basscenario (ca %)
Tidskrift	3,23	– Minskat antal läsare per tidskrift (från 3,23 till 1 läsare)	+223
	1,56	– 70 % mer sidor	+56
	1,52	– Europeisk elmix	+52
	1,18	– Tillägg i form av DVD & extra reklamblad	+18
	1,12	– Nordisk elmix	+12
	<b>1,00</b>	<b>Basscenario</b>	0
	0,98	– Förändrad distribution (90 % till 100 % post)	-2
	0,84	– Exkluderat skapande av tidskriftens innehåll	-16
0,65	– Ökat antal läsare per tidskrift (från 3,23 läsare till 5 läsare)	-35	
E-tidskrift	6,04	– Utökad lästid (från 1320 till 3600 min/år) + Ökad utskrift (från 24 till 48 utskrifter/år)	+498
	1,68	– Europeisk elmix	+66
	1,17	– Nordisk elmix	+16
	<b>1,01</b>	<b>Basscenario</b>	0
	0,84	– Exkluderat skapande av tidskriftens innehåll	-16
	0,76	– Minskad lästid (från 1320 till 141 min/år) & ingen utskrift	-25

## 5.4.2 Kommentarer

Av studien går att utläsa att resultatet för den tryckta medieprodukten är mycket känsligt för förändringar i antalet läsare per tidskrift. En förändring såsom den beskrivits i rapporten från 3,23 läsare till 1 läsare, ger nämligen en 223-procentig ökning av klimatpåverkan för det tryckta alternativet. Anledningen är att klimatpåverkan från årskonsumtionen av en tidskrift fördelas på en enda läsare.

För e-tidskriften utmärker sig ett resultat och det är när lästiden ökar från 40 minuter per månad och lösnummer till 480 minuter per unik besökare samtidigt som antalet utskrifter fördubblas från 2 till 4 utskrifter per månad och lösnummer. Sammantaget ger dessa förändrade antaganden upphov till en cirka 500-procentig ökning av klimatpåverkan för en årskonsumtion av en e-tidskrift.

I studien diskuteras även effekten av nettotillväxt av brukad skog, så kallad kolsänka. Intressant är att sett utifrån basscenariot nära nog halveras miljöeffekten om kolsänkan i nettotillväxten till fullo räknas in. Förenklat kan man säga att resonemanget bygger på att skogsbruket är orsaken till att tillväxten i våra skogar ökar. Tillväxten leder i sin tur till en ökad möjlighet för skogen att binda koldioxid genom att fler träd kan växa. Eftersom drivkraften att bruka skogen är just produkt efterfrågan, argumenteras det att kolsänkan ska tillgodoräknas till produktsystemen i en livscykelanalys. Följden för produktsystemet om kolsänkan medräknas är att klimatpåverkan från pappersproduktionen minskar avsevärt, eftersom pappersproduktionen är den största utsläppsposten i tryckta mediers livscykel.

## 5.5 Martinez Sanchez & Møller (2011) "LCA on the prevention of unsolicited mail in the Vestforbrænding municipalities"

I studien jämförs två scenarier där det ena (basscenariot) utgår från att direktreklam är en del av hushållets avfall medan det andra (förebyggande scenariot) avser ett hushåll som säger "nej tack" till direktreklam. I studien ingår två typer av hushåll, ett enfamiljshushåll och ett flerfamiljshushåll, som båda antas ta emot 55 kg direktreklam under 1 år. Hushållen är lokaliserade i en mindre dansk kommun. Studien utgår från den funktionella enheten *"hantering av mängden hushållsavfall som ett hushåll ger upphov till under 1 år i Vestforbrænding's kommun"*.

I basscenariot avgränsas systemet till olika skeden i hanteringen av hushållsavfallet: insamling, behandling och slutlig avfallshantering. I studien inkluderas systemexpansion vilket innebär att avfallet antas kunna användas för att ersätta en befintlig produkt på marknaden, till exempel att energi/värme som produceras av avfallet ersätter annan befintlig el/värmeproduktion på marknaden.

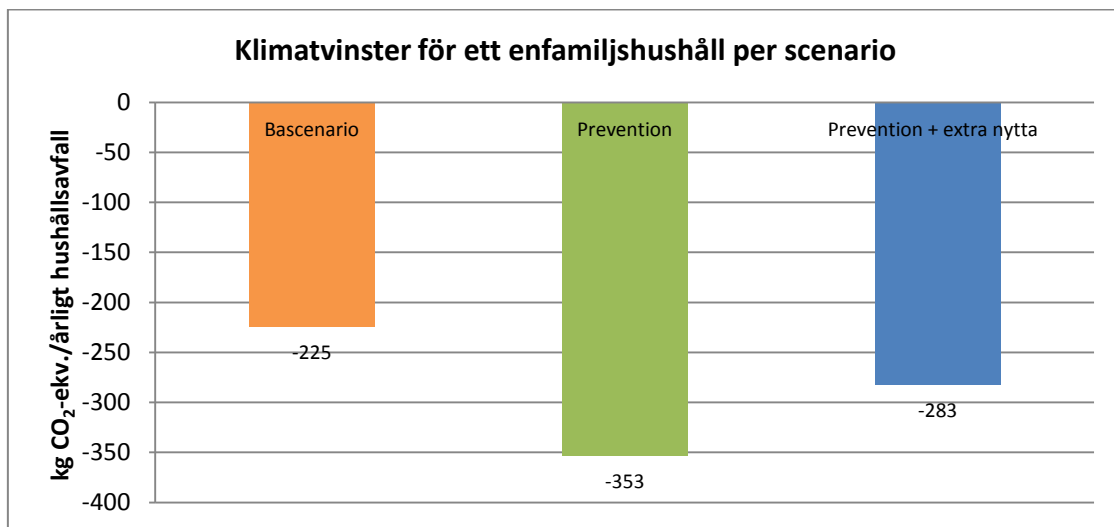
I preventionsscenarioet tas i beaktning att mängden direktreklam inte behöver produceras eller avfallshanteras vilket innebär att en miljövinst uppkommer. I studiens huvudresultat antas att hushållet som säger nej tack till reklam inte tar del av reklam via någon annan

mediekanal, till exempel via internet. För att ändå hantera frågan företas en grov uppskattning (känslighetsanalys) som syftar till att undersöka hur miljövinsten – att avstå reklam – påverkas av att konsumenten väljer att konsumera samma mängd reklam via internet. Livscykeln för den elektroniska reklamen avgränsas till energianvändning för läsning av reklam på en e-läsare samt dataöverföring från en server.

Författarna är intresserade av att kvantifiera storleken på miljövinsten eftersom preventionsscenarioet också leder till minskad potential att i avfallsledet byta ut annan mer miljöpåverkande produktion till exempel att förbränna direktreklamen och generera energi som kan ersätta mer miljöstörande el/värmeproduktion.

### 5.5.1 Resultat

I Figur 7 ges en överblick över studiens resultat för ett enfamiljshushåll.



Figur 7. Den orangea stapeln visar negativa utsläpp (klimatvinster) per år som uppkommer när hushållsavfallet från ett enfamiljshushåll innehåller direktreklam. I den gröna stapeln redovisas negativa utsläpp (klimatvinster) som uppkommer när en familj avstår direktreklam. I den blå stapeln har det sistnämnda scenariot korrigerats för att ta hänsyn till att direktreklamen konsumeras via en annan mediekanal (via internet).

### 5.5.2 Kommentarer

Den större miljövinsten av att avstå reklam är en naturlig följd av att mindre papper behöver produceras, tryckas och avfallshanteras. Samtidigt minskar mängden papper i avfallsledet som kan användas för att ersätta produkter på marknaden med större klimatpåverkan, vilket drar ner klimatvinsten något.

Studien är konsekvensorienterad vilket innebär att författarna söker ge svar på vad konsekvensen blir om/när en förändring genomförs. I detta fall när ett hushåll under 1 år avsägar sig oadresserad direktreklam. Som andra konsekvensorienterade studier används så kallade marginaldata. Till exempel för att påvisa vilken typ av elproduktion (och följaktligen

emissioner) som minskar när elanvändning minskar. Studiens preventionsscenario leder just till en minskad elanvändning till följd av att en viss mängd reklam inte behöver produceras. I studien antas att marginalet baseras på 100 procent kolkondens. Den är nämligen den sista och samtidigt en av de minst klimatvänliga elproduktionsslag som ingår i den nordiska elmixen, men är också den första att minskas vid en minskad efterfrågan på el (Gode m.fl. 2009). I realiteten kan dock marginalet ha inslag av andra elproduktionsslag vilket innebär att studiens antagande (100 procent kolkondens) skulle kunna vara något i överkant.

I studien påvisas att klimatvinsten blir avsevärt lägre om man beaktar det faktum att konsumenten väljer att konsumera reklamen, som han eller hon avstått, via en annan mediekanal – till exempel via internet. Livscykeln för det elektroniska alternativet är dock begränsad till att gälla enbart läsning av reklamen på en dator (laptop) samt dataöverföring av reklamen från en extern server. Med detta antagande medtas exempelvis inte klimatpåverkan från produktionen av laptop som tenderar att dominera utsläppen i e-mediers livscykel (se t.ex. Enroth 2008, Kozak 2003, Kronqvist m.fl. 2010, & Moberg m.fl. 2009). Storleken på utsläppsposten påverkas dock avsevärt av nyttjandegraden, det vill säga andelen tid som används för läsning av direktreklam i förhållande till datorns totala användningstid under sin livstid.

Övergång från tryckt oadresserad direktreklam till andra mediekanaler kompliceras av att konsumenten inte nödvändigtvis har behov att ersätta all tryckt reklam med andra alternativ samt att det finns andra mediekanaler att beakta, till exempel hur mycket av reklamkonsumtionen som förflyttas till budskap från reklamaffischer.

Författarna uppger även att de tagit med enbart de mest betydande livscykelfaserna i direktreklamens livscykel: pappersproduktionen, produktionen av tryckfärg och energi för tryckprocessen. Dataluckor finns bland annat för delar av tryckprocessen, tryckplåtsframställning, tryckning, efterbehandling och rengöring. Det här skulle kunna underskatta ”slupna emissioner” när hushållet avstår direktreklam.

## **5.6 Moberg m.fl. (2010), ”Environmental impacts of electronic invoicing”**

I studien undersöks konsekvenser av en övergång från pappersfakturor till elektroniska fakturor i Sverige. Det totala antalet fakturor har uppskattats till 1,4 miljarder, varav 70 procent distribueras till slutkonsument och 30 procent till företag.

Studiens konsekvensorienterade angreppssätt innebär att elmixen antas vara så kallad marginalet eller driftsmarginal. Det avser produktionsslag som kommer in i elmixen sist och är det första att stängas av vid minskad efterfrågan. Den definieras av hög rörlig kostnad, stor kapacitet och flexibilitet att minska eller öka produktionen samt att den på årsbasis varierar med efterfrågan och utbud på elmarknaden (Gode m.fl. 2009). I studien antas två möjliga utvecklingsvägar för marginalet. Första scenariot benämns som ”*CO<sub>2</sub>-cap*” och baseras på antagandet att politiska beslut leder fram till ett utsläppstak för koldioxid och låga emissioner för el på marginalen. Det andra scenariot benämns som ”*High gas price*” och



baseras på antagandet att inga styrmedel förutom Kyoto-protokollet gäller och att bränslepriser är relativt höga.

Den trycka fakturan antas bestå av två A4-ark och ett kuvert. Informationen trycks på en sida per ark med offsettryck i färg. Produktsystemet för den tryckta fakturan inkluderar:

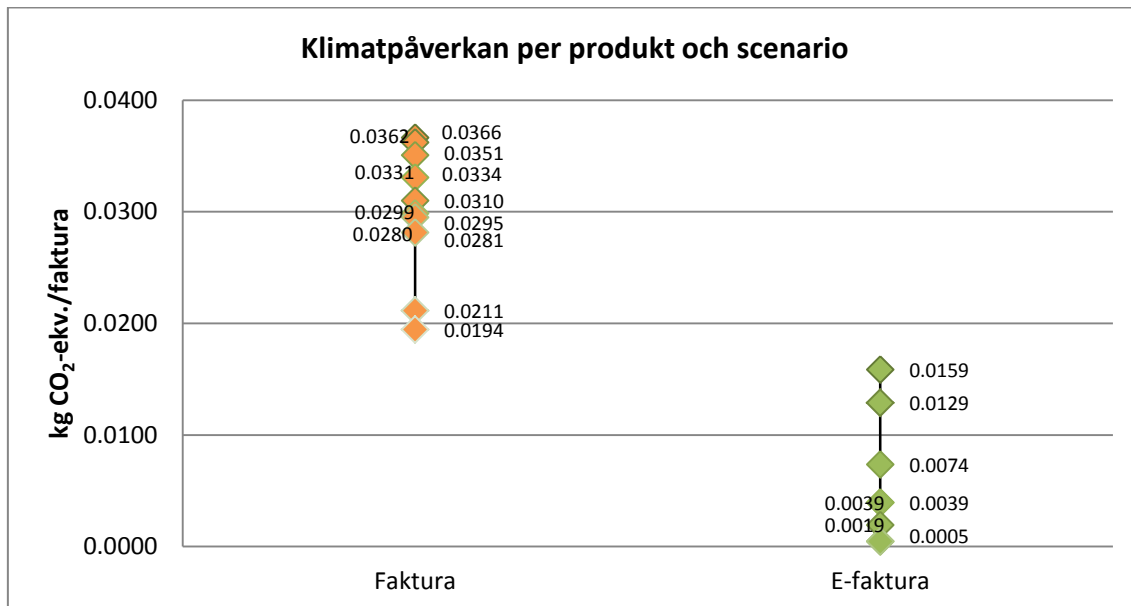
- Skogsbruk (ej koldioxidbindning i skogens nettotillväxt)
- Produktion av papper
- Produktion av förbrukningsmaterial i och kring tryckprocessen
- Tryckning (offsettryck för företagssymboler och annat på kuvert och papper)
- Digitalt tryck för innehållet i fakturan samt kuvertering
- Produktion av kuvert
- Distribution av fakturor
- Automatisk skanning och verifiering eller manuell hantering av faktura
- Arkivering av faktura (värme och el, under en 10 års-period)
- Avfallshantering

Den elektroniska fakturan har storleken 2,5 kB vilket ska motsvara en genomsnittlig faktura om två A4-papper. Produktsystemet för den elektroniska fakturan inkluderar:

- Produktion av server (inkl. avfallshantering)
- Server (elanvändning)
- Användning av internet (elanvändning)
- Arkivering av e-faktura på server

### **5.6.1 Resultat**

I Figur 8 (se nästa sida) presenteras studiens huvudresultat inklusive resultaten från studiens känslighetsanalyser. Resultaten har omräknats från total klimatpåverkan för alla fakturor till att gälla klimatpåverkan per faktura.



Figur 8. Klimatpåverkan för en faktura i tryckt och digitalt format. Varje datapunkt motsvarar ett scenario som kan tydas genom tabellen nedan.

Tabell 6. Beskrivning av antaganden som ligger bakom datapunkter som presenteras i Figur 8. I tabellen presenteras även hur resultatet i basscenariot förändras med förändrade antaganden.

Typ av produkt	kg CO <sub>2</sub> -ekv./faktura	Beskrivning av resultat	Förändring från basscenario (ca %)
Faktura (tryckt)	0,0366	– Utökad internetanvändning från 10 sek till 1min/faktura (High Gas Price)	+10
	0,0362	– Utökad transportavstånd (High Gas Price)	+8
	0,0351	– Alla fakturor med förstaklass-brev (High Gas Price)	+5
	<b>0,0334</b>	<b>Basscenario (High Gas Price**)</b>	0
	0,0331	– Bärbar dator (High Gas Price)	-1
	0,0310	– Utökad transportavstånd (CO <sub>2</sub> cap)	-7
	0,0299	– Alla fakturor med förstaklass-brev (CO <sub>2</sub> cap)	-11
	0,0295	– Utökad tid för att hantera faktura (1 min) (CO <sub>2</sub> cap)	-12
	<b>0,0281</b>	<b>Basscenario (CO<sub>2</sub>cap*)</b>	-16
	0,0280	– Bärbar dator (CO <sub>2</sub> cap)	-16
	0,0211	– 1 ark/faktura (High Gas Price)	-37
0,0194	– 1 ark/faktura (CO <sub>2</sub> cap)	-42	
E-faktura	0,0159	– Utskrift av 2 ark (High Gas Price)	+302
	0,0129	– Utskrift av 2 ark (CO <sub>2</sub> cap)	+226
	0,0074	– Utökad tid för att hantera faktura (1 min) (High Gas Price)	+87
	<b>0,0039</b>	<b>Basscenario (High Gas Price**)</b>	0
	0,0039	– Bärbar dator (High Gas Price)	0
	0,0019	– Utökad hantering av e-faktura (CO <sub>2</sub> cap)	-51
	<b>0,0005</b>	<b>Basscenario (CO<sub>2</sub>cap*)</b>	-88
	0,0005	– Bärbar dator (CO <sub>2</sub> cap)	-88

\* ”CO<sub>2</sub>-cap” baseras på antagandet att politiska beslut är klimatsmarta vilket ger ett utsläppstak för koldioxid och låga emissioner för el på marginalen.

\*\* ”High gas price” baseras på antagandet att inga styrmedel förutom Kyoto-protokollet gäller och att bränslepriser är relativt höga.

## 5.6.2 Kommentarer

Studien visar att en e-faktura i alla modellerade scenarier har en bättre klimatprestanda än pappersfakturan. Dock så försämras dess potentiella klimatvinst avsevärt om fakturan skrivs ut. Samtidigt beaktas inte produktionen, distributionen och avfallshanteringen av skrivaren, något som potentiellt hade varit relevant för slutresultatet men som sannolikt inte hade förändrat utgången av jämförelsen. Att e-fakturan hanteras under kortare tid gör att elanvändningen för olika stödsystem (till exempel e-läsare) inte blir särskilt omfattande, något som gynnar e-fakturans klimatpåverkan. Med längre lästid förbrukas ju mer el som indirekt leder till högre klimatpåverkande utsläpp.

Studien visar att klimatpåverkan i e-fakturans livscykel nästan uteslutande kommer från användning och produktion av server<sup>2</sup>. Merparten av klimatpåverkan, cirka 91 procent, kommer från elanvändning i samband med att servern används. Resterande andel, cirka 8 procent, härrör från produktionen av servern. En server behövs bland annat för att ge mottagaren tillgång till fakturan via den egna e-läsaren samt för lagring av fakturan över tid. Som framgår av Moberg m.fl. 2010 antas att fakturan lagras på server i 10 år<sup>3</sup>. Dessutom kan servern ha en låg nyttjandegrad, det vill säga få fakturor lagras på en server med hög kapacitet vilket ger högre emissioner per faktura. Givet ett visst lagringsutrymme drar servern nämligen inte mer el om den nyttjas till 100 eller 50 procent av sin fulla lagringskapacitet. Kombinationen av relativt hög, konstant elförbrukning, lång lagringstid och låg nyttjandegrad skulle därmed ge hög elförbrukning per faktura (indirekt klimatpåverkande emissioner) vilket bidrar till dess stora andel av total klimatpåverkan.

Det framgår med tydlighet att pappersproduktionen utgör en stor del av klimatpåverkan i pappersfakturans livscykel. Genom att ta bort ett av två ark i fakturan minskar dess klimatpåverkan med cirka 40 procent.

## 5.7 Moberg m.fl. (2009), "Screening environmental life cycle assessment of printed, web based and tablet e-paper newspaper"

Studien beskriver potentiell miljöpåverkan från tre produktsystem: papperstidning, webb-baserad tidning och en elektronisk tidningsupplaga. Årskonsumtionen av en tidning för en unik läsare studeras. Jämförelsen görs både i ett europeiskt scenario och svenskt scenario (specifik elmix och avfallsströmmar beroende på den geografiska avgränsningen). I jämförelsen antas att tidningen läses i 10 respektive 30 minuter. Lästid är inget som är miljömässigt relevant för den tryckta tidningen men tas med för att belysa en viktigt miljömässig fördel för den tryckta tidningen.

---

<sup>2</sup> Används bl.a. för lagring av e-fakturan och därifrån ges också åtkomst för betalningsmottagaren av fakturan.

<sup>3</sup> I Sverige har det varit lag på att fakturor (och e-fakturor) ska lagras i tio år efter det att den skapats (se SFS 1999:1078). Detta har nyligen förändrats till sju år.

För den tryckta upplagan är antalet läsare 2,4 per tidning. Produktsystemet för den tryckta tidskriften inkluderar:

- Pappersproduktion (inkl. transport)
- Produktion av tryckplåtar, färg och annat som behövs för tryckning
- Redaktionellt arbete (t.ex. energianvändning för datorer)
- Tryckning
- Distribution till näringsidkare alt. postlåda
- Avfallshantering av tidning

För det webbaserade alternativet antas att tidningen har 8000 unika besökare per dag och upplaga 7 dagar i veckan. Informationsmängden antas vara 2,5 MB per dag vid 10 minuters läsning. Vid 30 minuters läsning antas att informationsmängden som laddas ner uppgår till 5,5 MB per 30 minuter. Produktsystemet för den webbaserade upplagan inkluderar:

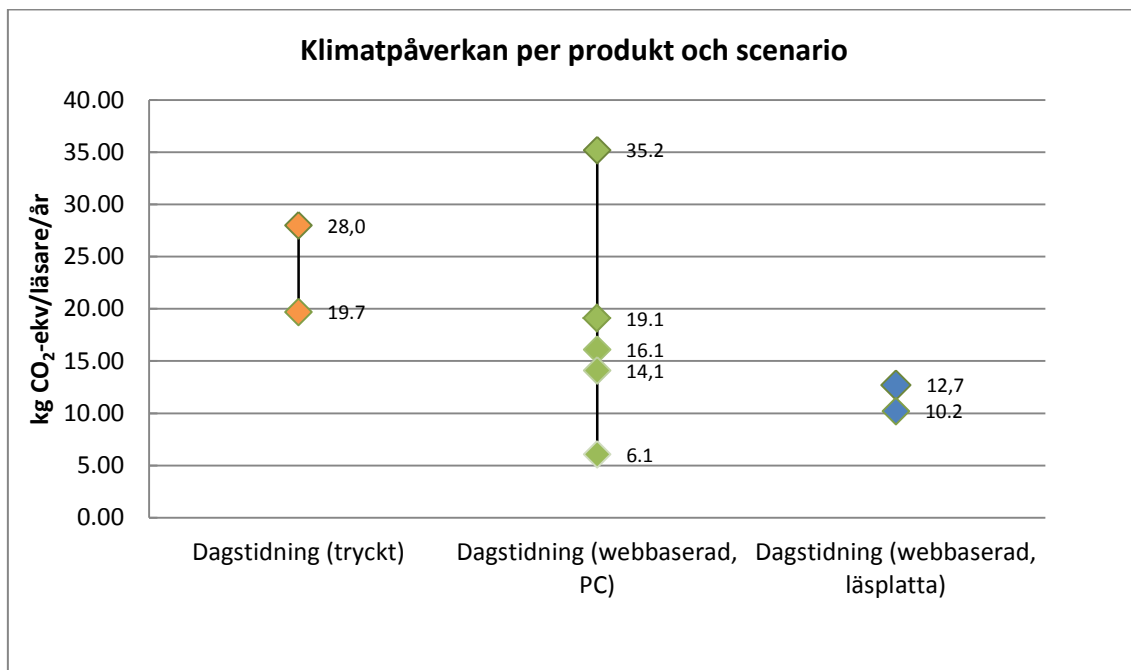
- Produktion och avfallshantering av stationär dator och skärm
- Redaktionellt arbete (t.ex. energianvändning för datorer)
- Formatering (energianvändning)
- Nedladdning och läsning av tidningen på en hemmadator
- Läsning av tidningen på en hemmadator (energianvändning)

Den webbaserade tidningen som läses på läsplatta antas ha 2000 unika besökare per dag 7 dagar i veckan. Produktsystemet för tidning som läses på läsplatta har inkluderat:

- Produktion av läsplattan (ungefärliga data)
- Redaktionellt arbete (t.ex. energianvändning för datorer)
- Formatering (energianvändning)
- Nedladdning på server (energianvändning)
- Nedladdning till användarens läsplatta (energianvändning)
- Avfallshantering av läsplatta

### **5.7.1 Resultat**

I Figur 9 (se nästa sida) presenteras studiens huvudresultat inklusive resultaten från studiens känslighetsanalyser. Tabell 7 är tänkt att användas för att förstå datapunkterna i Figur 9.



Figur 9. Klimatpåverkan för en dagstidning i tryckt och digitalt format för en läsare under ett år. Varje datapunkt motsvarar ett scenario som kan tydas genom tabellen nedan.

Tabell 7. Beskrivning av antaganden som ligger bakom datapunkter som presenteras i Figur 9. I studien finns inget utpekat basscenario.

Typ av produkt	Kg CO <sub>2</sub> -ekv./läsare/år	Beskrivning av resultat	Förändring från basscenario (ca %)*
Dagstidning (tryckt)	28,0	– Europeiskt scenario, 10 min läsning	-
	19,7	– Svenskt scenario, 10 min läsning	-
Dagstidning (webbaserad, läses på Stationär PC)	35,2	– Europeiskt scenario, 30 min läsning	-
	19,1	– Svenskt scenario, 10 min läsning, utskrift	-
	16,1	– Svenskt scenario, 30 min läsning	-
	14,1	– Europeiskt scenario, 10 min läsning	-
	6,1	– Svenskt scenario, 10 min läsning	-
Dagstidning (webbaserad, läses på läsplatta)	12,7	– Europeiskt scenario, 30 min	-
	10,2	– Svenskt scenario, 30 min läsning	-

\* Studien har inget utpekat basscenario

## 5.7.2 Kommentarer

Resultatet visar tydligt hur stor betydelse lästiden kan ha för analysens utfall, särskilt för den webbaserade tidningen som läses på stationär dator. Faktum är att en utökad lästid från 10 till 30 minuter på en stationär dator innebär en 150-procentig ökning av klimatpåverkan i det europeiska scenariot. Ökningen sker framförallt som ett resultat av ökad användning av elenergi till e-läsaren samt att en större del av klimatpåverkan i livscykeln (exkl. användning) fördelas per funktionell enhet. I jämförelse med den stationära PC:n (dator + skärm) är läsplattan inte bara betydligt energieffektivare vid användning utan har också en

klimatmässig fördel i att den är volymmässigt mycket mindre, vilket vanligtvis kräver mindre insatser av energi och material vid tillverkning.

I alla lägen är också det europeiska scenariot klimatmässigt sämre, vilket framförallt är en konsekvens av en elmix med högre andel fossil el. Troligtvis spelar avfallshanteringen in eftersom den genomsnittliga europeiska avfallshanteringen, i jämförelse med den svenska, inte på samma sätt tar tillvara de potentiella miljönyttor som kan genereras som ett resultat av viss typ av avfallshantering till exempel genom förbränning med energiåtervinning. Samtidigt är miljönyttan per producerad el/värmeenhet och återvunnen enhet större i Europa eftersom den produkt som tidskrifterna antas ersätta har en högre utsläppsintensitet.

Studien dras också med några dataluckor. Produktion av läsplattans skärm kan dock vara av betydelse men är inte medtagen i analysen. Så även infrastruktur för elektronisk distribution som inte heller ingår. Det är svårt att bedöma hur stor inverkan de två sistnämnda skulle ha för analysens utfall men det är rimligt att anta att det webbaserade alternativet skulle uppvisa något sämre klimatprestanda.

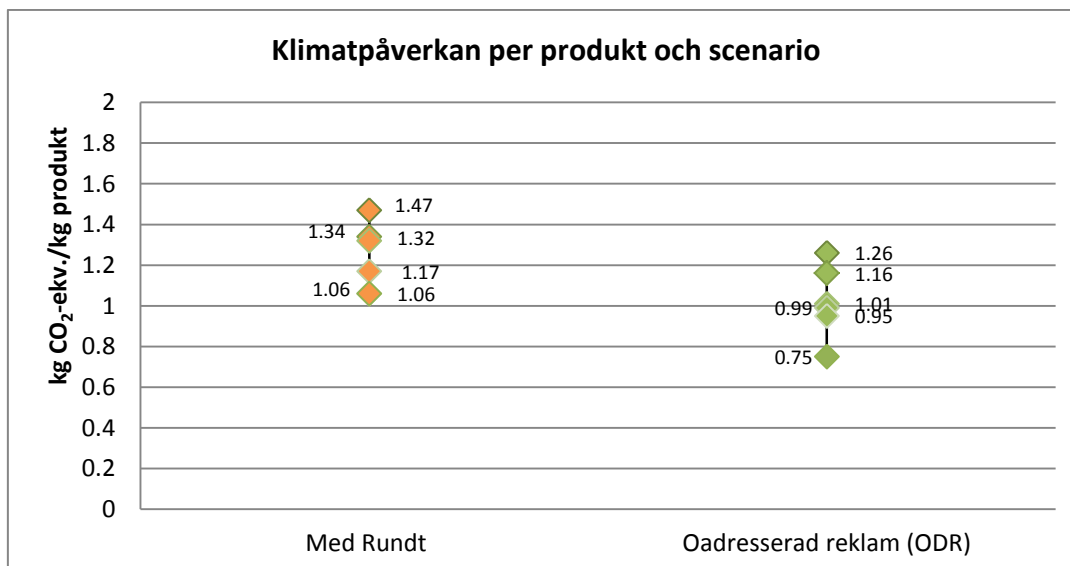
## **5.8 PE North West Europe för Post Danmark (2010), "Life Cycle Assessment of Unaddressed Mail"**

I studien beräknas klimatpåverkan för ett kilogram oadresserad reklam (ODR) och ett kilogram omslag som läggs runt en bunt med ODR ("Med Rundt" är synonymt med "Uppslaget" i Sverige). Reklamblad och omslag är tryckt på LWC-papper som tillverkas av både primärfiber och återvunna träfibrer. Pappret distribueras med hjälp av fartyg och lastbil i Danmark. Reklambladen trycks med djuptryck medan omslaget trycks med offsettryck. Avfallshantering av reklamblad och omslag antas ske med återvinning (64,5 procent) samt förbränning med energiåtervinning (35,5 procent). Europeisk elmix antas för tillverkning av produkterna. Följande livscykelsteg har modellerats för reklamblad respektive omslag:

- Skogsbruk (ej koldioxidbindning i skogens nettotillväxt) och massaproduktion
- Produktion av papper
- Produktion av tryckfärg
- Transport av material och avfall
- Tryckning
- Transport till plats där försändelsen förbereds samt till sorteringspunkt
- Distribution till hushåll
- Avfallshantering (återvinning samt förbränning)

## 5.8.1 Resultat

I Figur 10 nedan presenteras resultatet i studiens basscenario samt känslighetsanalyser för 1 kilogram Med Rundt respektive 1 kilogram reklamblad (ODR). Tabell 8 är till för att tyda vilket resultat som hör ihop med vilka antaganden.



Figur 10. Klimatpåverkan per scenario för 1 kilogram omslag (Med Rundt) respektive reklamblad (ODR) som distribueras till danska hushåll.

Tabell 8. Beskrivning av antaganden som ligger bakom datapunkter som presenteras i Figur 10. I tabellen presenteras även hur resultatet i basscenario förändras med förändrade antaganden.

Typ av produkt	Kg CO <sub>2</sub> -ekv./kg produkt	Beskrivning av resultat	Förändring utifrån basscenario (ca %)
Med Rundt	1,47	– Förändrad avfallshantering (100 % återvinning istället för 64,5 %)	+11
	1,34	– Byte av tillverkningsort för produkt (Danmark istället för Tyskland)	+ 2
	<b>1,32</b>	<b>Basscenario</b>	<b>0</b>
	1,17	– Förändrad pappersråvara (100 % återvunna fibrer istället för 24 %)	-11
	1,06	– Förändrad metod för tryckning (djuptyck istället för offsettryck)	-20
	1,06	– Förändrad avfallshantering för produkt (100 % till förbränning)	-20
Oadresserad reklam	1,26	– Förändrad metod för tryckning (offsettryck istället för djuptyck)	+25
	1,16	– Förändrad avfallshantering (100 % återvinning istället för 64,5 %)	+15
	<b>1,01</b>	<b>Basscenario</b>	<b>0</b>
	0,99	– Byte av tillverkningsort för produkt (Danmark istället för Tyskland)	-2
	0,95	– Förändrad pappersråvara (100 % återvunna fibrer istället för 62 %)	-6
	0,75	– Förändrad avfallshantering för produkt (100 % till förbränning)	-26

## 5.8.2 Kommentarer

Känslighetsanalyserna pekar på att den högsta klimatpåverkan erhålls när tryckmetoden förändras – när omslag trycks med offsettryck istället för djuptryck och reklambladen trycks med djuptryck istället för offsettryck.

I nästan lika stor utsträckning inverkar en förändrad avfallshantering för de olika produkterna. Normalt är en ökad återvinningsgrad liktydigt med minskad klimatpåverkan<sup>4</sup> men i detta fall innebär den ökade återvinningen samtidigt att delar av produkten inte längre förbränns med energiåtervinning. I studien är klimatvinsten av förbränning av papper betydligt högre än den för återvinning av papper. Detta är också anledningen varför det sker en kraftig minskning av klimatpåverkan när hundra procent av produkten går till förbränning.

Det finns också en dubbelräkningsproblematik i en av rapportens känslighetsanalyser. I basscenariot tillverkas 1 kilogram ODR med en 62-procentig andel återvunnen fiber vilket gör produkten mer klimatsmart eftersom återvunnen fiber kräver mindre insatser av energi för att framställa pappersmassa än från nyfiber. Samtidigt antas samtidigt att produkten återvinns till 100 procent. Den återvunna delen av produkten leder återigen till en klimatvinst – nu genom att produktens fiber antas ersätta behov av mer elintensiv nyttillverkning av fiber. Alltså har samma återvunna fibrer genererat dubbla klimatvinster till produkten. Rimligtvis bör andelen återvunnen fiber inte kunna räknas som en klimatvinst i avfallsledet eftersom den redan krediterats produkten vid pappersproduktionen. I EPD-systemet<sup>5</sup> löses detta dilemma med hänvisning av rak ”cut-off”, det vill säga återvunnet material är miljömässigt gratis som råvara. Därmed får man inte kreditera sig eventuella vinster om producenten kan återanvändas i senare led. Då kvarstår ändå ett dilemma: att fibern inte är evig utan slits ut efter fem-sex varv vilket gör att systemet hela tiden är beroende av tillförsel av nyfiber. Därför uppstår frågan om återvunnen fiber som används i produkter också, åtminstone delvis, ska belastas för produktionen av jungfrulig fiber.

## 5.9 Quack & Möller (2005), ”Ökobilanzielle Analyse von Rechnung Online im Vergleich zu Rechnung per Brief”

I studien jämförs miljöpåverkan från brevfaktura med e-faktura. I studien antas den genomsnittliga elen för Tyskland, som till över 50 procent består av kolkraft.

I brevfakturans livscykel beaktas:

- Papperstillverkning (inkl. kuvert)
- Tryck

---

<sup>4</sup> Systemet tillgängliggör återvunna fibrer för marknaden som antas ersätta massatillverkning med nyfibrer vilket ger en energibesparing och tillika en klimatvinst.

<sup>5</sup> <http://www.msr.se/sv/epd/>



- Distribution
- Avfallshantering (återvinning, inkl. systemexpansion)

Antagandena för elförbrukning i den centrala tekniken baseras på genomsnittlig teknikpark (kring år 2005). I e-fakturans livscykel beaktas:

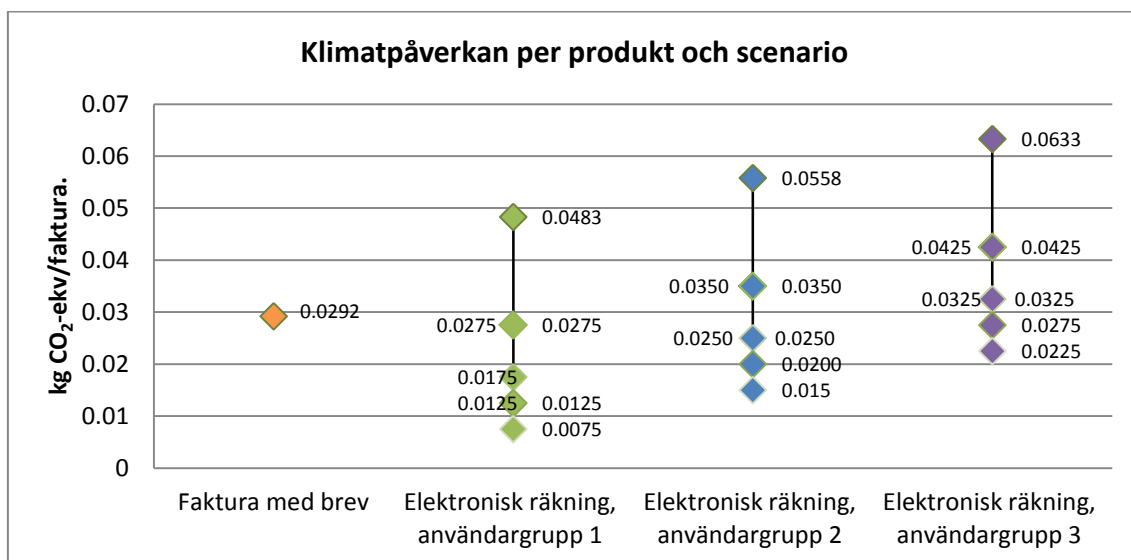
- Skapa faktura
- Distribution (nedladdning)
- Användning (läsa/utvärdera)
- Utskrift (i hemmet)

I studien har ett antal scenarier ställts upp kring e-fakturamottagarna:

- **Användargrupp 1** (elektronisk räkning med funktion räkning via e-post): Användargrupp 1 (Ag1) får räkningen via e-post, med en enkel sammanställning direkt i mejlet och en fullständig beskrivning som en bilaga i form av en PDF-fil. I scenariot antas att man kan kontrollera fakturan utan att det skall ta någon längre tid i anspråk och att mottagaren inte tittar i PDF-filen. Totalt 1 minut per användare och räkning.
- **Användargrupp 2** (elektronisk räkning med funktionen meddelande via e-post): Användargrupp 2 (Ag 2) får ett mejl med en sammanfattning av räkningen men utan bilaga det vill säga ingen nedladdning av räkningen krävs. Istället antas mottagaren ta emot sin räkning online och ladda ner den 1 gång per månad. Totalt 5 minuter per användare och räkning.
- **Användargrupp 3** (elektronisk räkning utan vidare funktioner): Användargrupp 3 (Ag3) får inget mejl utan har endast tillgång till räkningen via internet. Enligt Deutsche Telekom tittar dessa användare oftare på sina räkningar det vill säga 2 gånger per månad i 5 minuter. Dessutom ägnar de 10 minuter åt att kontrollera räkningarna. Totalt 20 minuter per användare och räkning.

### 5.9.1 Resultat

I Figur 11 (se nästa sida) presenteras resultatet i studiens basscenario samt känslighetsanalyser per faktura. Tabell 9 är till för att tyda vilket resultat som hör ihop med vilka antaganden.



Figur 11. Emissioner av koldioxidekvivalenter för tryckt faktura och e-faktura.

Tabell 9. Beskrivning av antaganden som ligger bakom datapunkter som presenteras i Figur 11. I tabellen presenteras även hur resultatet i basscenarioet förändras med förändrade antaganden.

Typ av produkt	kg CO <sub>2</sub> -ekv./faktura	Beskrivning av resultat	Förändring från basscenario (ca %)
Brevfaktura	<b>0,0292</b>	<b>Basscenario</b>	<b>0</b>
Elektronisk räkning, användargrupp 1	0,0483	– med utskrift 4.08 sidor, jungfruligt papper	+272
	0,0275	– med utskrift 2.04 sidor, jungfruligt papper	+267
	0,0275	– med utskrift 4.08 sidor, återvunnet papper	+267
	0,0175	– med utskrift 1 sida, jungfruligt papper	+133
	0,0125	– med utskrift 2.04 sidor, återvunnet papper	+67
	0,0125	– med utskrift 1 sida, återvunnet papper	+67
	<b>0,0075</b>	<b>Basscenario</b>	<b>0</b>
Elektronisk räkning, användargrupp 2	0,0558	– med utskrift 4.08 sidor, jungfruligt papper	+272
	0,0350	– med utskrift 2.04 sidor, jungfruligt papper	+267
	0,0350	– med utskrift 4.08 sidor, återvunnet papper	+267
	0,0250	– med utskrift 1 sida, jungfruligt papper	+67
	0,0250	– med utskrift 2.04 sidor, återvunnet papper	+67
	0,0200	– med utskrift 1 sida, återvunnet papper	+33
	<b>0,0150</b>	<b>Basscenario</b>	<b>0</b>
Elektronisk räkning, användargrupp 3	0,0633	– med utskrift 4.08 sidor, jungfruligt papper	+181
	0,0425	– med utskrift 2.04 sidor, jungfruligt papper	+89
	0,0425	– med utskrift 4.08 sidor, återvunnet papper	+89
	0,0325	– med utskrift 1sida, jungfruligt papper	+44
	0,0325	– med utskrift 2.04 sidor, återvunnet papper	+44
	0,0275	– med utskrift 1 sida, återvunnet papper	+22
	<b>0,0225</b>	<b>Basscenario</b>	<b>0</b>

## 5.9.2 Kommentarer

Det spelar ingen roll vilken användargrupp som antagits för e-fakturan i basscenariot – alternativet för ändå med sig lägre klimatpåverkan än brev faktura. Klimatnyttan med e-faktura avtar dock med ökad lästid. I användargrupp 3, där lästiden på PC är längst, följer att klimatnyttan med e-faktura är som minst. Detta för att elanvändning (indirekt klimatpåverkan) ökar med ökad lästid. Förklaringen till varför en relativt liten ökning av lästid ändå får stort genomslag på resultatet finns i studiens antagande för elmix. Den antas nämligen bestå av över 50 procent kolkraft (tysk genomsnittlig el från 2005). Dessutom antas alla e-fakturamottagare använda sig av en stationär dator vilken vanligtvis är betydligt mindre energieffektiv än andra e-läsare, t.ex. i jämförelse med en laptop eller en surfplatta. Kombinationen elmix med mindre inslag av fossil energi (t.ex. svensk elmix) och en mer energieffektiv e-läsare skulle minska e-fakturans klimatpåverkan betydligt. Samtidigt skulle en förändrad elmix också innebära betydande skillnader för brev fakturans klimatpåverkan eftersom både pappersproduktion och tryckprocessen förbrukar relativt stora mängder el.

Studien visar också att utskrift i kombination med pappersval kan ha en direkt avgörande utgång för vilket alternativ – e-faktura eller brev faktura – som är att föredra ur klimatsynpunkt. För användargrupp 1 är brev fakturan att föredra om fakturan skrivs ut ensidigt på papper som producerats med 100 procent nyfiber. Om istället användargrupp 3 antas är brev fakturan att föredra redan när e-fakturan skrivs ut ensidigt på återvunnet papper.

Studien dras med ett antal dataluckor. För e-fakturan ingår inte produktion av server, tryckpress eller dator (PC). Samtidigt har steg i distributionen, insamling, deltransport (till första sortering) samt ingående sortering, utelämnats i brev fakturans livscykel. Om data funnits tillgängligt skulle systemen uppvisa en något sämre klimatprestanda men storleksmässigt skulle de sannolikt ta ut varandra, och därmed skulle förhållandet mellan alternativen i jämförelsen inte påverkas.

## 6 Syntes

### 6.1 Klimatpåverkan i livscykelns olika delar

I följande kapitel har resultaten från genomgångna studiers basscenarion använts för att beräkna hur stor andel av klimatrelaterade utsläpp som tillskrivs respektive del av produkternas livscykel<sup>6</sup>. Det är viktigt att understryka att den procentuella fördelningen enbart avser hur klimatpåverkan fördelas över olika livscykelfaser utifrån förutsättningar givna i respektive studies basscenario.

För att få en enhetlig jämförelse mellan studierna används i tabellen övergripande livscykelfaser som i vissa studier är mer högupplösta. Det innebär att några mycket små utsläppsposter, säregna för en specifik typ av produkt, kan ha utelämnats. I vissa fall har även mindre utsläppsposter slagits ihop med större – när dessa haft en tydlig koppling. Till exempel har i vissa fall transport av papper till tryckeri slagits ihop med tryckning. Detta åskådliggörs i Tabell 10 och Tabell 11. Därmed ska sammanställningen inte ses som en vägledning för precisa jämförelser mellan studierna, utan utgöra en grund för att ge en mer generell överblick över hur klimatpåverkande emissioner fördelas mellan produkternas livscykelfaser.

#### 6.1.1 Tryckta medier

Sammanställningen av studiernas resultat – som andel i procent per livscykelfas av total klimatpåverkan – har visat att det finns några övergripande trender kring vilka delar av livscykeln som ger störst bidrag till tryckta mediers klimatpåverkan.

Tabell 10. Ungefärlig fördelning av klimatpåverkan per livscykelfas i studiernas basscenario.

Studie	Typ av produkt	Del av livscykel									
		Skogsbruk	Pappersproduktion	Skapa innehåll	Redaktionellt arbete	Tryck	Distribution	Transport (konsument)	Lokal för förvaring	Avfallshandling exkl. systemexpansion <sup>12</sup>	Avfallshandling inkl. systemexpansion <sup>14</sup>
Borggren & Moberg (2009)	Bok (traditionell bokhandel)	-	49	-	4	3 <sup>7</sup>	11	25	8	-	-15
Enroth (2008)	Bok	-	66 <sup>2</sup>	-	-	17	4	-	-	13	-
Kocak (2003)	Bok	-	45	-	-	30 <sup>8</sup>	< 1	-	24	-	-
Kronqvist m.fl. (2010)	Tidskrift	2 <sup>1</sup>	51	15 <sup>6</sup>	-	15	17	< 1	-	14	-24
Martinez Sanchez & Møller (2011)	Oadressera d direktreklam (ODR)	-	-	-	-	-	-	-	-	100 <sup>13</sup>	-

<sup>6</sup> Systemexpansion har inte ingått i beräkningarna utan redovisas separat i tabellens sista kolumn.

Moberg m.fl. (2010)	Faktura	-	54 <sup>3</sup>	-	2	13 <sup>9</sup>	17	-	6	-	8
Moberg m.fl. (2009)	Dags-tidningar	-	43 <sup>4</sup>	-	4	18 <sup>10</sup>	28	-	-	-	4
PE North West (2010)	Oadressera d direkt-reklam (ODR)	-	56	-	-	27 <sup>11</sup>	10	-	-	-	-12
	Med Rundt (omslag)	-	67	-	-	33 <sup>11</sup>	5	-	-	-	-12
Quack & Möller (2005)	Faktura	-	33 <sup>5</sup>	-	-	7	28	-	-	32	-18

**1)** Inkl. 1 % transport till massa och pappersbruk.  
**2)** Inkl. 5 % transport till tryckning.  
**3)** Inkl. 5 % från produktion av kuvert.  
**4)** Inkl. 3 % transport till tryckning  
**5)** Inkl. 11 % från produktion av kuvert.  
**6)** Inkl. redaktionellt arbete  
**7)** Inkl. hopsättning av bok  
**8)** Inkl. redaktionellt arbete.  
**9)** Inkl. kuvertering  
**10)** Inkl. 4 % avser förberedande aktiviteter innan tryckning (prepress)  
**11)** Inkl. 2 % bläckpatronproduktion + 5 % transport + 1 % hopsättning av omslaget  
**12)** De data som presenteras i kolumnen innehåller emissioner från en eller flera avfallshanteringsprocesser, t.ex. förbränning, återvinning av det tryckta mediet. Studier som medtar avfallshandling för andra delar av livscykeln, t.ex. material för tryckning har medräknat avfallshandling i livscykelns *Tryckning*.  
**13)** I studiens basscenario beaktas enbart avfallshandling.  
**14)** De data som presenteras i kolumnen innehåller emissioner från en eller flera avfallshandlingprocesser, t.ex. förbränning, återvinning av den tryckta medieprodukten. Studier som medtar avfallshandling för andra delar av livscykeln, t.ex. material för tryckning har medräknat avfallshandling i livscykelns *Tryckning*. Dessutom medräknas klimatvinster från avfallshandlingprocesser som följer av att den tryckta produkten ersätter andra mer klimatpåverkande produkter på marknaden.

I Tabell 10 framgår det att åtta av nio studier påvisar att pappersproduktionen ger det största bidraget till de tryckta produkternas klimatpåverkan. Spannet för hur stor andel av tryckta produkters totala klimatpåverkan som utgörs av pappersproduktion varierar stort i studierna, med en lägsta andel på cirka 33 procent och en högsta andel på cirka 67 procent. Variationen är i sig inte anmärkningsvärd utan speglar bara det faktum att det rör sig om olika typer av produkter och/eller att varje studie omges med individuella systemgränsdragningar och/eller indata. Det är framförallt en energikrävande tillverkningsprocess som är drivande för pappersproduktionens klimatpåverkan (trots att pappersproduktion i åtminstone Sverige tillverkas med en hög andel förnybar energi), men här spelar även exempelvis produktionen av övriga insatsvaror in.

Kronqvist m.fl. (2010) väljer också som enda studie att inkludera skapandet av tidskrifternas innehåll i vilken det ingår journalisters fältarbete. Studien påvisar att 15 procent av total klimatpåverkan i tidskrifternas livscykel kommer från skapandet av dess innehåll. Den huvudsakliga påverkan från journalistiskt fältarbete härrör från emissioner relaterat till resor för intervjuer, fotografering o.s.v. Att inte fler studier tar med detta beror sannolikt på att de enbart är ute efter att påvisa skillnader mellan tryckt och digitalt, som med antagandet att fältarbete sker på samma sätt oavsett om det publiceras digitalt eller tryckt gör den irrelevant att ha med.

I livscykelns fasen *Tryckning* sker också en betydande del av de tryckta produkternas klimatpåverkan. I förhållande till andra livscykelns faser visar tre av studierna att *Tryckning* utgör den andra största utsläppsposten i livscykelns medan tre studier håller den som den tredje största. I posten *Tryckning* ingår, förutom själva tryckprocessen, vanligtvis också klimatpåverkan från tillverkning av tryckplåtar och tryckfärg samt hopsättning av den tryckta produkten. Variationen mellan studierna är emellertid stor, med en lägsta andel för tryckning på cirka 3 procent och en högsta andel på cirka 33 procent av total klimatpåverkan. Skillnader i tryckteknik och valet av elmix bedöms vara huvudsakliga orsaker till denna variation.

I Tabell 10 framgår också att *Distributionen* av tryckt media för med sig en relativt stor del av den totala klimatpåverkan. I förhållande till andra livscykelns faser visar två av studierna att distributionen utgör den andra största utsläppsposten i livscykelns, medan tre studier håller den som den tredje största. Också här är variationen mellan studierna stor med en lägsta andel för distributionens klimatpåverkan på mindre än 1 procent och en högsta andel på cirka 28 procent. Återigen speglar variationerna olikheter mellan produkter, studiernas systemgränsdragningar och indata.

Det är också tydligt att konsumenttransport kan inverka stort på resultatet men trots detta har få studier med det i sitt basscenario. Troligtvis är detta ett resultat av att konsumenttransport omges med stora osäkerheter då den kan variera betydligt från en konsument till en annan. Borggren & Moberg (2009) visar att transporten utgör cirka 25 procent av en boks totala klimatpåverkan.

*Förvaring* av tryckta medier kan också ha en betydande inverkan på resultatet. Kozak (2003) visar att så mycket som 24 procent av total klimatpåverkan kan utgöras av detta om det medtas i analysen. I utsläppsposten ingår energiåtgång för den yta som den tryckta medieprodukten upptar av lokalens totala yta. Storleken på klimatrelaterade emissioner beror helt på hur stor andel fossil energi som antas i el- och/eller värmemixen. En trolig anledning till varför de flesta studier väljer att inte ta med klimatpåverkan för denna utsläppspost är att studierna jämför klimatpåverkan från tryckta och digitala medier. Båda alternativen kan antas behöva liknande förutsättningar för lagring och därför har utsläppsposten ingen inverkan på analysens utgång vilken medieprodukt som är att föredra.

I tabellens sista kolumner återfinns kolumnerna *Anfallshantering (exkl. systemexpansion)* samt *Anfallshantering (inkl. systemexpansion)*. I den förstnämnda medräknas utsläpp av växthusgaser för avfallsprocesserna medan den sistnämnda tar hänsyn till att produkten används för att ersätta andra mer klimatpåverkande produkter vilket antas leda till ”slupna emissioner”. Till exempel så kan tryckta medieprodukter återvinnas vilket antas medföra en klimatvinst då de ersätter en annan produkt, i detta fall pappersmassa baserat på nyfiber, som därmed inte behöver tillverkas. Förfarandet benämns som *systemexpansion* och finns utförligt beskrivet i kapitel 4.1.2.1.

Det finns också exempel på delar av livscykelns som inte i någon studie överstiger 5 procent av den totala klimatpåverkan. Hit hör *Redaktionellt arbete* där det exempelvis kan ingå att konvertera en skriven textfil inför tryckning.

## 6.1.2 Digitala medier

Sammanställningen av studiernas huvudresultat (basscenariot) – som andel i procent per livscykel fas av total klimatpåverkan – har visat att det finns några övergripande trender kring vilka delar av livscykeln som ger störst bidrag till digitala mediers klimatpåverkan.

Tabell 11. Ungefärlig fördelning av klimatpåverkan per livscykel fas i studiernas basscenario.

Studie	Typ av produkt	Del av livscykel								
		Produktion av e-läsare	Skapa innehåll	Redaktionellt arbete	Användning	Infrastruktur internet <sup>8</sup>	Infrastruktur för lagring	Utskrift	Avfallshandling exkl. system-expansion <sup>11</sup>	Avfallshandling inkl. system-expansion <sup>12</sup>
Borggren & Moberg (2009)	E-bok (läsplatta)	93 <sup>1</sup>	-	5	2	-	-	-	-	-18
Enroth (2008)	E-bok (laptop)	99 <sup>2</sup>	-	< 1 <sup>5</sup>	< 1	-	-	-	-	-1
Kocak (2003)	E-Bok (läsplatta)	35 <sup>3</sup>	-	-	63	-	-	-	3	-
Kronqvist m.fl. (2010)	E-tidskrift (laptop)	60	16 <sup>4</sup>	-	8 <sup>7</sup>	1	-	10 <sup>10</sup>	-	-1 <sup>13</sup>
Moberg m.fl. (2010)	E-faktura (PC)	-	-	-	0	99 <sup>9</sup>	1	-	-	-
Moberg m.fl. (2009)	E-dagstidning (PC)	65	-	10 <sup>6</sup>	23	0	-	-	-	< 1
	E-dagstidning (läsplatta)	90	-	10	< 1	0	-	-	-	< 1
Quack & Möller**	E-faktura (PC)	-	-	14	21	7	-	60	-	-

- 1) Varav ca 1 % härrör från distributionen av e-läsaren
- 2) Varav ca 1 % härrör från distributionen av e-läsaren
- 3) Inkl. tillverkning och distribution av andra stödsystem förutom e-läsaren (server, nätverk m.m.)
- 4) Inkl. redaktionellt arbete
- 5) Formatering ingår
- 6) Formatering och uppladdning (< 1 %)
- 7) Varav ca 6 % härrör från användning av modem
- 8) Olika stödsystem för att ladda ner och tillgå digital information (server, nätverk, routrar m.m.)
- 9) Varav ca 91 % härrör från serverns elanvändning och ca 8 % avser tillverkning av server.
- 10) Varav ca 2 % för tillverkning av skrivare, resten pappersproduktion och elanvändning till skrivare
- 11) De data som presenteras i kolumnen innehåller emissioner från en eller flera avfallshandlingsprocesser, t.ex. förbränning, återvinning och kan avse e-läsaren men även andra aktiviteter t.ex. avfallshandling av utskrift. Flertalet studier har dock valt att räkna med avfallshandlingen i livscykel fas där tillverkning av stödsystem för att läsa digital information inryms t.ex. i *Produktion av e-läsare* eller *Internetinfrastruktur*.
- 12) De data som presenteras i kolumnen innehåller emissioner från en eller flera avfallshandlingsprocesser, t.ex. förbränning, återvinning och kan avse e-läsaren men även andra aktiviteter, t.ex. avfallshandling av utskrift. Flertalet studier har dock valt att räkna med avfallshandlingen i livscykel fas där tillverkning av stödsystem för att läsa digital information inryms, t.ex. i *Produktion av e-läsare* eller *Internetinfrastruktur*. Dessutom har emissioner från avfallshandlingsprocesser kvittats och ger istället en klimatvinst eftersom de antas avfallshandlas på ett sätt som ersätter andra mer klimatpåverkande produkter på marknaden.
- 13) Avser enbart avfallshandling för papper för utskrift. Övrig avfallshandling medräknas livscykel fas där tillverkning av stödsystem för att läsa eller skriva ut digital information inryms.

Som framgår av Tabell 11 är *Produktion av e-läsare* den del av livscykeln som enligt fem av sju studier ger störst bidrag till digitala mediers klimatpåverkan. Spannet för hur stor andel av digitala medieprodukters totala klimatpåverkan som utgörs av produktionen av e-läsare

varierar stort i studierna, med en lägsta andel på cirka 35 procent och en högsta andel på cirka 99 procent. Variationen speglar det faktum att studierna tar sig an olika produkter och/eller att varje studie omges med individuella systemgränsdragningar och/eller indata. Samtidigt beskriver några av studierna att produktionen av e-läsare stundtals omges med en del dataluckor, som kanske främst läsplattan dras med på grund av dess relativt nyliga intåg på marknaden. I de studier där den ingår i jämförelsen nämns bland annat osäkerheter kring hur den avfallshanteras, dataluckor rörande specifika delar av skärmen samt osäkerheter kring användningsmönster (se Borggren & Moberg 2009, Moberg m.fl. 2009, Kozak 2003). Detta skulle naturligtvis påverka studiens resultat och därmed också den procentuella fördelning som redovisas i Tabell 11.

Två av studierna visar också att *Användning* (synonymt med elanvändning för e-läsaren) är av stor betydelse för medieprodukters klimatpåverkan. Spannet för hur stor andel av digitala medieprodukters totala klimatpåverkan som utgörs av produktion av e-läsare varierar stort i studierna, med en lägsta andel på mindre än 1 procent och en högsta andel på cirka 63 procent. Det finns ett antal parametrar som inverkar på användningens (läsningens) klimatpåverkan: lästid, e-läsarens energieffektivitet samt elmixen. Beroende på hur dessa kombineras kan klimatpåverkan från användningen också blir mer eller mindre omfattande.

Enskilda studier visar också att andra parametrar kan ha stor betydelse. Användning och produktion av server (ingår i *Infrastruktur internet*) kan bidra med så mycket som cirka 99 procent av en e-fakturas klimatpåverkan (Moberg m.fl. 2010). Merparten av klimatpåverkan, cirka 91 procent, kommer från elanvändning i samband med att servern används. Resterande andel, cirka 8 procent, härrör från produktionen av servern. En server behövs bland annat för att ge mottagaren tillgång till fakturan via den egna e-läsaren samt för lagring av fakturan över tid. Som framgår av Moberg m.fl. 2010 antas att fakturan lagras i 10 år. Dessutom kan servern ha en låg nyttjandegrad, det vill säga få fakturor lagras på en server med hög kapacitet vilket ger högre emissioner per faktura. Givet ett visst lagringsutrymme drar servern nämligen inte mer el om den nyttjas till 100 eller 50 procent av sin fulla lagringskapacitet. Kombinationen relativt hög konstant elförbrukning, lång lagringstid och låg nyttjandegrad skulle därmed ge hög elförbrukning per faktura (indirekt klimatpåverkande emissioner) vilket bidrar till dess stora andel av total klimatpåverkan.

I tabellens sista kolumner återfinns kolumnerna *Avfallshantering (exkl. systemexpansion)* samt *Avfallshantering (inkl. systemexpansion)*. I den förstnämnda medräknas utsläpp av växthusgaser för antagna avfallsprocesser medan den sistnämnda också tar hänsyn till att produkten används för att ersätta andra mer klimatpåverkande produkter på marknaden vilket antas leda till ”slappna emissioner”. Förfarandet benämns som *systemexpansion* och finns utförligt beskrivet i kapitel 4.1.2.1. Fastän exempelvis återvinning av metaller i e-läsare leder till klimatvinster så framgår de inte alltid av tabellen eftersom de redan medräknats i andra livscyklifaser. Till exempel i tillverkning av stödsystem för att läsa, skriva eller scanna den digitala informationen. I Borggren & Moberg (2009) framgår det dock att avfallshantering av en läsplatta antas leda till en klimatvinst på 18 procent. Därmed tar inte bara klimatnyttan ut emissioner från avfallshanteringsprocessen, den genererar också en ”utsläppsminskning” som ger produkten en betydligt bättre klimatprestanda.



Det finns också exempel på delar av livscykeln som inte i någon studie överstiger 5 procent av livscykelns totala klimatpåverkan. Hit hör digital distribution av e-media, formatering av e-media samt nedladdning av e-media på e-läsare.

## **6.2 Antaganden som kan ha stor betydelse för utfallet av en jämförelse mellan tryckta och digitala medier**

I avsnittet redovisas de parametrar som enligt genomgångna studiers känslighetsanalyser kan ha stor betydelse för utfallet av en jämförelse mellan tryckta och digitala medier. Kapitlet tar därmed inte upp alla parametrar som skulle kunna påverka tryckta och digitala mediers klimatpåverkan.

### **6.2.1 Antalet läsare**

Känslighetsanalyser visar att antalet läsare per medieenhet kan ge en klimatmässig fördel för tryckta medier. För tryckta medier kan nämligen alla klimatrelaterade utsläpp i livscykeln fördelas per läsare, det vill säga 3 läsare ger en tredjedel av klimatbelastningen per läst produkt. Till exempel visar Kronqvist m.fl. (2010) att ett ökat antal läsare per tidskrift, från 3,23 (basscenariot) till 5 läsare ger en 35-procentig minskning av klimatpåverkan. Kozak (2003) visar att ett ökat antal läsare (från 1 till 3 läsare) leder till en minskad klimatpåverkan om hela 70 procent jämfört med basscenariot.

Detta är inte fallet för digitala medier vars klimatpåverkan delvis också är bunden till varje läsare (till exempel läsning av information). Men det finns delar av e-mediernas livscykel som teoretiskt kan fördelas per läsare, till exempel klimatpåverkan som är relaterat till produktionen av e-läsaren. För att detta ska ske måste emellertid en annan läsare använda samma e-läsare och på denna läsa exakt samma information. Ett sådant scenario kanske inte är särskilt sannolikt men skulle kunna förekomma, till exempel inom en familj som delar på en e-läsare.

### **6.2.2 Elmix**

Valet av elmix kan också påverka utfallet av en jämförelse av tryckta och digitala medier. Digital information har nämligen en nackdel jämfört med tryckt information: den ger upphov till klimatpåverkan när den används genom dess behov av en e-läsare som drar el. Särskilt när elmixen kombineras med en omfattande lästid samtidigt som läsaren använder en icke energieffektiv e-läsare. Kronqvist m.fl. (2010) visar att klimatpåverkan för årskonsumtionen av en webbaserad e-tidskrift som läses på läsplatta ökar med 16 procent utifrån basscenariot om nordisk elmix antas istället för svensk elmix. I Borggren & Moberg (2009) visar samma scenario en mycket begränsad inverkan, endast cirka 2 procent högre klimatpåverkan. Skillnaderna är inte anmärkningsvärda utan är bara ett resultat av att andra

antaganden har en större inverkan: i detta fall stödsystemens energieffektivitet samt antagen lästid.

Men även tryckta medier påverkas av valet av elmix, mycket på grund av den relativt energiintensiva pappersproduktionen. Kronqvist (2010) visar i en känslighetsanalys hur klimatpåverkan för en årskonsumtion av en tidskrift ökar med 0,67 kilogram koldioxidekvivalenter om europeisk elmix antas ersätta svensk elmix. Det motsvarar en ökning på 66 procent utifrån studiens basscenario. Skillnaden kan förklaras i skillnader hur elen produceras. I Europa är nämligen andelen fossilbaserad el mycket högre än motsvarande för Sverige.

För att komplicera saken ytterligare så behöver en genomsnittlig elmix (som åskådliggjorts i exemplen ovan) inte alltid vara det självklara valet. Det har att göra med att elsystemen är uppbyggda av baskraft, reglerkraft och intermittent/icke-reglerbar kraft. Baskraften består av kärnkraft, vattenkraft och bränslebaserad elproduktion och utgör kärnan i den nordiska elproduktionen. Vattenkraften utgör huvudsaklig reglerkraft<sup>7</sup> (Gode m.fl. 2009). Den används för reglering vid variationer i tillförsel eller efterfrågan, exempelvis vid bortfall från icke-reglerbara kraftslag såsom vindkraft. Det sista produktionsslag som kommer in i mixen (reglerkraften) är således det första att minskas vid en minskad efterfrågan. Denna el kallas marginalet eller driftsmarginal. På årsbas under ett genomsnittligt år utgörs driftsmarginalen i det nordiska och europeiska elsystemet i hög grad av kolkondens.

När konsekvensen av en förändring studeras, till exempel vid en övergång från pappersfaktura till e-faktura (se Moberg et al. 2010), används ofta marginalet för att få en mer rättvisande bild av den klimatnytta förändringen kan komma att få.

### 6.2.3 Konsumenttransport

Konsumenttransport kan vara till nackdel framförallt för tryckta medier. Kozak (2003) visar i en av studiens känslighetsanalyser att klimatpåverkan för ett tryckt läromedel ökar från 4,48 kg till 6,5 kg koldioxidekvivalenter när konsumenten använder sin personbil för att ta sig till och från bokhandeln, ett avstånd på 36 kilometer. Detta under förutsättning att konsumenten vid köptillfället inhandlat 5 böcker, något som innebär att miljöbelastning per enhet minskar.

I Borggren & Moberg (2009) presenteras istället vad som händer med klimatpåverkan i en boks livscykel när en konsument väljer att ta sin personbil till och från bokhandeln, en sträcka på 10 kilometer. Klimatpåverkan per bok ökar då med 1,82 kg koldioxidekvivalenter (från 0,89 till 2,71 CO<sub>2</sub>-ekv) vilket motsvarar en 205-procentig ökning. I Borggren & Moberg (2009) ger ett ökat transportavstånd, från 2 till 10 kilometer, en 108-procentig ökning av klimatpåverkan. Viss hänsyn har då tagits till att resan har

---

<sup>7</sup> I länder utan vattenkraft används t.ex. termisk elproduktion (såsom kolkraft) eller pumpkraftverk som reglerkraft.

<sup>8</sup> Originalstudien visar ett resultat för 40 böcker vilket har omräknats per bok.

andra nyttor (mindre andel av bilens klimatpåverkande utsläpp allokeras till boken) men i relation till övrig klimatpåverkan får den trots detta ett betydande genomslag.

Översatt till digitala medier skulle inköpet av tryckta medier motsvara inköp av en e-läsare (dator, läsplatta). Då e-läsare i de flesta fall antas ha fler nyttor kommer enbart en mindre del av resans klimatpåverkan belasta den digitala produkten. Men givetvis finns undantag, till exempel när e-läsaren i fråga är en läsplatta som bara kan användas för böcker samtidigt som läsningen av böcker är begränsad.

#### **6.2.4 Avfallshantering (systemexpansion)**

Avfallshandlingen är en annan parameter som kan ha stor betydelse för produkternas klimatpåverkan i lägen där systemexpansion antas, det vill säga när produkten i fråga antas avfallshandteras på ett sätt som gör att mer klimatpåverkande produkter kan ersättas. Till exempel kommer den produkt som i studiens avgränsade område har en högre återvinningsgrad att uppvisa en betydligt bättre klimatprestanda. Anledningen är att en större andel av produkten kan användas för materialåtervinning som antas ersätta mer elintensiv och tillika mer utsläppsintensiv nyttillverkning av samma material. Klimatnyttan blir givetvis större i länder och regioner där elmixen består av högre andel fossil energi.

För tryckta medier innebär detta sätt att förhålla sig till att det uppstår ”klimatvinster”, eller ”slupna emissioner”. I Borggren & Moberg (2009) skulle en tryckt tidskrift med 3,23 läsare per tidskrift ge upphov till 2,63 kg koldioxidekvivalenter istället för 1,56 kg koldioxidekvivalenter, en ökning med hela 74 procent om systemexpansion inte skulle antas.

#### **6.2.5 Användningstid för elektroniska stödsystem**

För digitala medier pekar känslighetsanalyser på att resultatet också i hög uträkning påverkas av antagen användningstid för stödsystem – framförallt åsyftas e-läsaren i egenskap av att den vanligtvis utgör en betydande del av digitala mediernas klimatpåverkan (se Borggren & Moberg 2009, Moberg m.fl. 2009, Enroth 2008). Användningstiden av stödsystemen utgör vanligtvis grunden till att bestämma hur stor del av klimatpåverkan från produktionen av stödsystemen som fördelas på produkten. Faktorn beskrivs då som andel (procent) av stödsystemets aktiva tid under dess livstid som nyttjas för ett givet syfte till exempel för att läsa en e-dagstidning. Men klimatpåverkan från stödsystemen kan också fördelas på basis av filstorlek (se t.ex. Moberg m.fl. 2010). Oavsett är det viktigt att kunna ange rimliga antaganden för livslängd på stödsystemen samt användningsmönster.

I Borggren & Moberg (2009) testas hur antagen livslängd och användningstiden (antalet lästa böcker) för en e-läsare – i detta fall en bok-läsplatta – inverkar på resultatet. E-läsaren används enbart för att läsa böcker. I basscenariot antas en sådan läsplatta ha en livslängd på 2 år med en läsfrekvens på 24 böcker per år. Givet att livslängden på läsplattan ökar (från 2 till 5 år) med bibehållen läsfrekvens (24 böcker/år), resulterar det i en minskad klimatpåverkan per bok motsvarande 55 procent av basscenariot (från 0,87 kg till 0,39 CO<sub>2</sub>-ekv.). Med bibehållen livslängd och förändrad läsfrekvens, från 24 böcker per år till 10

böcker per år, ökar istället klimatpåverkan från 0,87 till 1,99 CO<sub>2</sub>-ekvivalenter vilket motsvarar en ökning på hela 228 procent. Det är intressant att notera att det sistnämnda antagandet får läsplattan att gå från att vara det alternativ som i basscenariot haft bäst klimatprestanda till att bli det sämsta alternativet.

Användningstiden är också en förutsättning för hur mycket el, och därmed klimatpåverkan, som läsning av en digital medieprodukt ger upphov till. Det är framförallt i jämförelser där lästiden är mer omfattande som det tryckta alternativets klimatprestanda gynnas till förmån för det digitala formatet (se Moberg m.fl. 2009, Enroth 2008). I en av känslighetsanalyserna som beskrivs i Moberg m.fl. (2009) visas också lästidens betydelse för resultatet. Studien redovisar en 264-procentig ökning av klimatpåverkan när lästiden per webbaserad nyhetsupplaga och läsare utökas från 10 till 30 minuter. Tilläggs ska att storleken på användningens klimatpåverkan inte bara avgörs av lästiden utan till stor del beror på hur energieffektiva stödsystem som används samt med vilka energislag elenergin har producerats.

### **6.2.6 Utskrift av digitala medier**

Det finns några exempel i studierna som gör gällande att utskrift av digitala medier kan vara till stor nackdel för dess klimatpåverkan. Vid utskrift belastas nämligen digitala medier av klimatpåverkan som sker i papprets livscykel samt i skrivarens livscykel (åtminstone för användning av skrivaren samt produktion av toner/bläck).

I Quack & Möller (2005) framgår att utskrift kan ha en direkt avgörande utgång för vilket alternativ – e-faktura eller brevaktura – som är att föredra ur klimatsynpunkt. Resultatet varierar beroende på vilken användargrupp som avses. För användargrupp 1<sup>9</sup> är brevakturan att föredra om fakturan skrivs ut ensidigt på papper som producerats med 100 procent nyfiber. Om istället användargrupp 3<sup>10</sup> antas är brevakturan att föredra redan när e-fakturan skrivs ut ensidigt på papper som producerats med hundra procent återvunnen fiber.

Moberg m.fl. (2010) visar också att utskrift är till stor klimatmässig nackdel för en e-faktura. En utskrift av en e-faktura motsvarande två A4 bidrar nämligen till en 331-procentig ökning av klimatpåverkande utsläpp per e-faktura. Detta förändrar emellertid inte utgången av jämförelsen i Moberg (2010) men leder till att klimatnyttan med e-faktura minskar betydligt.

---

<sup>9</sup> I användargrupp 1 antas varje fakturamottagare läsa fakturan i 1 min.

<sup>10</sup> I användargrupp 3 antas varje fakturamottagare läsa fakturan i 20 min.

## 6.3 Tryckta eller digitala medier?

Det kan inte nog understrykas att resultaten av genomgångna studier endast är giltiga under ett antal givna förutsättningar – unika för varje studie. Det kan handla om olikheter i systemgränsdragningar och/eller vilka indata som använts. Under dessa förutsättningar finns det ett antal exempel i studiernas huvudresultat eller känslighetsanalyser som uppvisar en särskilt stor kvantitativ skillnad för vilket format – tryckt eller digitalt – som är att föredra ur klimatsynpunkt. Större kvantitativa skillnader i resultatet ger nämligen en ökad säkerhet att resultatet är giltigt även om det finns inbyggda osäkerheter i indata.

Tryckta medier framstår klimatmässigt bättre när antalet läsare ökar (se Kozak 2003), när nyttjandet av en e-läsare för ett givet syfte sjunker (se Borggren & Moberg 2009), när e-läsaren förbrukar mycket el i kombination med längre lästid (se Moberg m.fl. 2009, Kronqvist 2010, Enroth 2008) samt när digitala medier skrivs ut i större omfattning (Kronqvist 2010). Digitala medier framstår klimatmässigt bättre när en kortare lästid antas samtidigt som e-läsaren i hög utsträckning nyttjas för andra syften (Moberg m.fl. 2009, Moberg m.fl. 2010), när nyttjandet av en e-läsare för ett givet syfte ökar (Borggren & Moberg 2009) samt om konsumenten avstår utskrift (Kronqvist 2010).

Att en studies resultat endast är giltiga under givna förutsättningar ställer också krav att i nästa steg kunna bedöma deras giltighet i den egna valsituationen. I detta fall kan känslighetsanalyser vara behjälpliga för att förstå vad som händer med resultatet om förutsättningarna ser annorlunda ut. Detta bör leda till en minskad risk att resultat rycks ur sitt sammanhang och används som ett vägledande argument för ett val där studiens resultat inte ger en rättvisande bild.

## 7 Referenser

- Borggren, C. & Moberg, Å., *Pappersbok och elektronisk bok på läsplatta – en jämförande miljöbedömning*, Rapport från KTH Centre for Sustainable Communications, Stockholm, 2009
- Enroth M., (2008), *Klimatpåverkan från tryckta och elektroniska läromedel - en översiktlig jämförelse*, Studie utförd på uppdrag av NHO Grafisk (Norge), MSG Management System Group AB, 2008
- Gode, J., Byman, K., Persson, A. & Trygg, L., *Miljövärdering av el ur systemperspektiv – En vägledning för hållbar utveckling*, IVL-rapport B1882, Stockholm, 2009
- Kocak, G., *Printed Scholarly Books and E-book Reading Devices: A Comparative Life Cycle Assessment of Two Book Options*, A report of the Center for Sustainable Systems, Report No. CSS03-04 augusti 24, Ann Arbor, 2003
- Kronqvist, M., Löfgren, C., Sturges, M. & Teleman, A., *Miljöbedömning av mediekanalerna papperstidskrift och Internetpublicering – Svensk studie*, Innventia Rapport nr: 97, oktober 2010
- Martinez Sanchez, V. & Möller, J., *LCA on the prevention of unsolicited mail in the Vestforbrænding municipalities*, DTU Environment, Lyngby, 2011
- Moberg, Å., Borggren, C., Finnveden, G. & Tyskeng, S., *Environmental impacts of electronic invoicing*, Progress in Industrial Ecology – An International Journal, Vol. 7, No. 2, 2010
- Moberg, Å., Johansson, M., Finnveden, G. & Jonsson, A., *Screening environmental life cycle assessment of printed, web based and tablet e-paper newspaper (SECOND EDITION)*, Reports from the KTH Centre for Sustainable Communications, Report 2007:1, Stockholm, 2009
- PE North West Europe, *Life Cycle Assessment of Unaddressed Mail*, for Post Danmark by PE North West Europe ApS, Report Project No. 10015/0924, Köpenhamn, 2010
- Quack, D. and Möller, M., *Ökobilanzjelle Analyse von Rechnung Online im Vergleich zu Rechnung per Brief*, Analyse verschiedener Varianten der Festnetztelefonierechnung nach Nutzergruppen für die Jahre 2005 und 2010 (in German), Technischer Bericht Im Auftrag der Deutschen Telekom AG T-Com, Zentrale, Öko-Institut e.V., Freiburg, 2005