



Titel:

Pappersbok och elektronisk bok på läsplatta – en jämförande miljöbedömning

Författare: Clara Borggren och Åsa Moberg

Rapport från KTH Centre for Sustainable Communications

ISSN:1654-479X

TRITA-SUS 2009:2

Version 1.1, i denna version är en korrigeringsgjord på sid. 13 (ordet försurning bytt till övergödning)

Stockholm, 2009

## FÖRORD

Denna rapport presenterar kortfattat en förenklad livscykelanalys som utförts inom Centre for Sustainable Communications, Kungliga Tekniska Högskolan (KTH). Projektet har genomförts som ett samarbete mellan forskare på KTH och representanter för några av våra partnerföretag, Bonnier AB (Bonnierförlagen, Adlibris samt Elib) och Tidningsutgivarna. Projektgruppen har bestått av Clara Borggren, KTH; Göran Finnveden, KTH; Alex Jonsson, KTH; Merete Lind, Bonnierförlagen; Åsa Moberg, KTH; Malin Picha, Tidningsutgivarna; Pär Svärdson Adlibris och Björn Waller, Elib. Clara Borggren och Åsa Moberg har stått för huvuddelen av arbetet och har skrivit rapporten. Övriga projektdeltagare har hjälpt till med att samla in information och data samt deltagit i projektmöten och diskussioner.

Projektgruppen vill tacka övriga personer och företag som ställt upp med information och data för studien samt bidragit med synpunkter.

Rapporten är tänkt som en kortfattad beskrivning av projektet samt dess resultat. Fullständiga resultat samt inventeringsdata och referenser finns i de Appendix som kan laddas ner från Centre for Sustainable Communications hemsida [www.sustainablecommunications.org/bok/](http://www.sustainablecommunications.org/bok/) och [www.infra.kth.se/fms/publikationer2.htm](http://www.infra.kth.se/fms/publikationer2.htm). Resultat från projektet kommer även att presenteras i vetenskapliga artiklar.

### **Centre for Sustainable Communications**

Centre for Sustainable Communications är ett VINNOVA-finansierat forskningscentrum, grundat 2007. Centret har byggt upp en stark internationell forskningsmiljö på KTH tillsammans med sina partners som inbegriper storföretag, myndigheter och ideella organisationer. Genom en tvärvetenskaplig inriktning på forskningen har Centret som mål att möjliggöra innovativa medie- och kommunikationstjänster som underlättar hållbara praktiker.

#### **Partners (2009-2012)**

Bonnier  
Ericsson  
IEF - Inlandskommunerna ekonomisk förening  
Institutet för framtidsstudier  
KTH Holding  
Regionplanekontoret  
Stampen  
Stiftelsen Folkets Hubb  
Sting (Stockholm Innovation and Growth)  
Stockholms stad  
Sveriges Television  
TeliaSonera  
Tidningsutgivarna

# INNEHÅLL

1. INTRODUKTION.....	4
2. METOD.....	6
3. STUDIENS AVGRÄNSNING SAMT DATAINVENTERING.....	7
3.1 Pappersboken .....	7
3.2 Elektronisk bok .....	8
4. RESULTAT och DISKUSSION .....	11
4.1 Resultat från studien.....	11
4.2 Annan miljöpåverkan .....	13
4.3 Känslighetsanalyser .....	14
Hur distribueras pappersboken?.....	14
Vilket papper används?.....	15
Vilken el används? .....	16
Läsplattans livslängd och antal lästa böcker.....	17
Pappersbokens livslängd – fler läsare? .....	18
5. DISKUSSION.....	19
6. SLUTSATSER.....	21
7. REFERENSER.....	22
Rapporter, artiklar, etc .....	22
Personlig kommunikation .....	22
Appendix.....	23
Appendix 1. Inventory data .....	23
Appendix 2. Results.....	23

# 1. INTRODUKTION

Den tryckta boken har genom åren utvecklats från en begränsad vara som enbart ett fåtal hade tillgång till, till en vara som i många fall produceras i massupplaga. Bibliotek och bokhandlar har varit naturliga platser för att få tillgång till böcker. Idag säljs allt fler böcker även i andra affärer, framför allt i livsmedelsbutiker. Bokbranschen har, liksom många andra branscher, på senare år på olika sätt fått ta del av nya medie- och kommunikationslösningar. Ett exempel är den form av försäljning som tagit fart under senare år där böcker säljs via en internetbokhandel. Istället för att gå till en bokhandel kopplar man upp sig mot en internetbokhandels hemsida och gör sina köp elektroniskt. Boken distribueras därefter till ett utlämningsställe eller till brevlådan. Enligt Svenska Förläggareföreningens statistik för 2008<sup>1</sup> ökar försäljningen via internetbokhandlar medan försäljning av böcker genom andra kanaler minskar (Svenska Förläggareföreningen, 2008). Under 2008 stod försäljning via internetbokhandel för 18% av försäljning från förlag till återförsäljare (Svenska Förläggareföreningen, 2008). Under de senaste åren har även en ny form av böcker kommit in på marknaden, så kallade e-böcker. E-böcker är böcker som distribueras i elektroniskt format och kan läsas med hjälp av någon form av mjukvara och hårdvara, så som dator, mobiltelefon eller läsplatta. Under 2008 stod e-böcker för 0,5 % av förlagens intäkter från försäljning av böcker som omfattas i Svenska Förläggareföreningens statistik (Svenska Förläggareföreningen, 2008).

Så kallade e-pappersskärmar är utvecklade så att de ska innefatta många av papperets kvaliteter, såsom att man läser med reflekterande ljus från omgivningen, hög upplösning, 180-graders läsvinkel och hög kontrast. Dessa egenskaper tillsammans med en låg energiförbrukning vid användandet skiljer e-pappersskärmar från elektroniska produkter som baseras på traditionell bildskärmtsteknik, t ex teknik för en LCD-; CRT- eller plasmaskärm. Läsplattor med e-pappersskärmar har påtagligt lägre energiförbrukning vid nedladdning och läsning jämfört med användning av en dator eller mobiltelefon.

Om en e-bok ersätter en tryckt pappersbok kan man undvika flera steg i den traditionella bokproduktionen; pappersproduktion, tryckning, efterbehandling och fysisk distribution av boken. Men även e-böcker medför miljöpåverkan, dels genom de servrar där e-boken lagras och då de distribueras elektroniskt via Internet. Även den hårdvara som används har en miljöpåverkan som, åtminstone till viss del, bör belasta e-boken. Olika hårdvara har olika miljöbelastning, bland annat beroende av vilka komponenter som ingår, energiförbrukning vid användningen samt hur avfallshanteringen går till (se till exempel Moberg et al., 2009).

För att bedöma miljöpåverkan av en produkt eller tjänst bör man anta ett livscykelperspektiv, det vill säga ta hänsyn till hela livscykeln från råvaruutvinning, produktion och användning till avfallshandtering.

Syftet med studien har varit att göra en jämförande miljöbedömning av pappersböcker och elektroniska böcker genom att studera ett exempel, en skönlitterär bok. Miljöbedömningen gjordes för en tryckt pappersbok, med hård rygg som säljs i traditionell bokhandel respektive via internetbokhandel. Dessutom studerades motsvarande e-bok läst på en läsplatta. Miljöbedömningen utfördes genom förenklad livscykelanalys. Lättillgängliga data har använts och olika antaganden har gjorts för att möjliggöra studien. Resultaten innefattar därmed viss osäkerhet och bör tolkas som en

---

<sup>1</sup> ”Branschstatistiken redovisar medlemsförlagens utgivning och försäljning av allmänlitteratur. Statistiken omfattar inte sk massmarknadslitteratur, inte heller biblar och psalmböcker. Tryckta läromedel redovisas inte här, men behandlas utförligt i den statistik som Föreningen Svenska Läromedel, FSL, iordningställer över sina medlemsförlag. Statistiken omfattar således endast Svenska Förläggareföreningens medlemsförlag.” (Svenska Förläggareföreningen, 2008 p. 3)

beskrivning av en riktning och av storleksordningar snarare än som exakta kvantitativa mått.

Följande rapport är en sammanfattning av studien och en introduktion till Appendix med mer fullständiga uppgifter om vilka data och referenser som använts samt de fullständiga resultaten. Utifrån materialet kommer även vetenskapliga artiklar att skrivas vilka kommer att diskutera och tolka resultaten mer ingående. Appendix finns för nedladdning på [www.sustainablecommunications.org/bok/](http://www.sustainablecommunications.org/bok/) och [www.infra.kth.se/fms/publikationer2.htm](http://www.infra.kth.se/fms/publikationer2.htm)

## 2. METOD

En så kallad förenklad livscykelanalys har använts för att utföra miljöbedömningen. Livscykelanalys (LCA) är en metod för bedömning av potentiell miljöpåverkan och resursutnyttjande genom en produkts hela livscykel, från råvaruuttag, till produktion, användning och avfallshantering. Begreppet ”produkt” innefattar även tjänster. Det finns en ISO standard som ger ett ramverk för metoden (ISO, 2006). Det finns flera andra källor till mer information om LCA (t ex Baumann och Tillman, 2004; Finnveden et al. 2009; Pennington et al, 2004; Rebitzer et al, 2004).

Här har en förenklad LCA utförts och därmed har lättillgängliga data använts och ny data bara samlats in i begränsad omfattning. Studien är baserad på ISO standarden även om den inte följts detaljerat, t ex har ingen extern granskning utförts. För studien har vi använt LCA-mjukvaran Simapro 7.1 och mycket av data kommer från LCA-databasen Ecoinvent 2.0.

Olika typer av miljöpåverkan kan bedömas inom LCA. I denna studie har vi studerat klimatpåverkan, primärenergi, icke-förnybara resurser, försurning, övergödning, ozonnedbrytning, bildning av marknära ozon, toxicitet (sötvatten, marin och terrester ekotoxicitet respektive humantoxicitet).

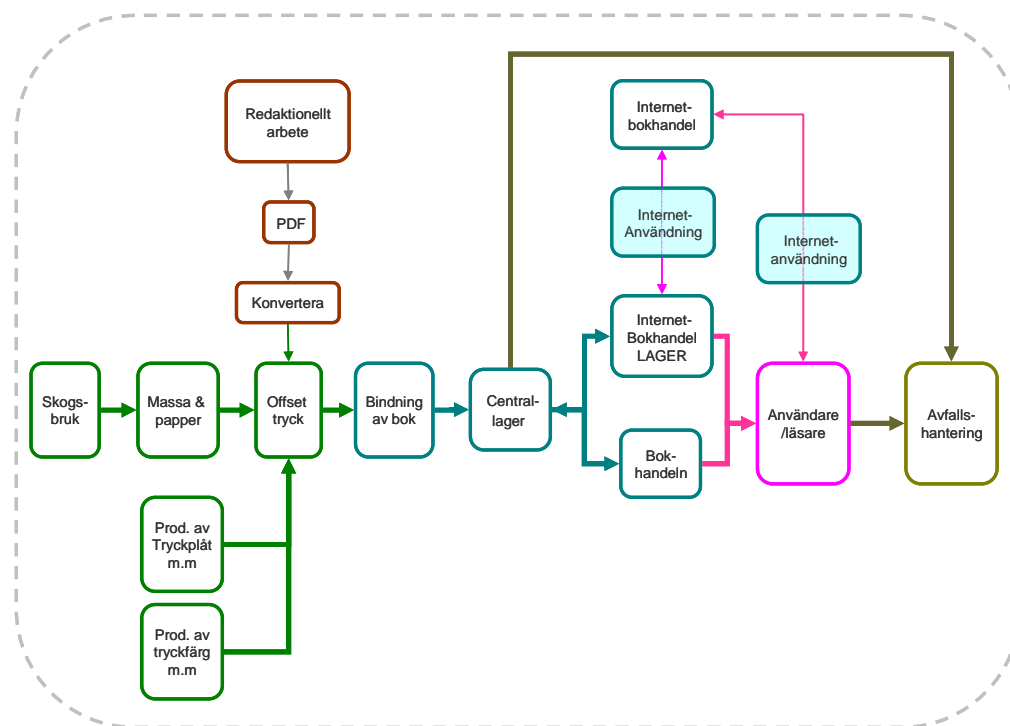
### 3. STUDIENS AVGRÄNSNING SAMT DATAINVENTERING

Studien undersöker tre produktsystem; en tryckt pappersbok köpt i traditionell bokhandel, en tryckt pappersbok köpt via internetbokhandel samt en e-bok köpt via internetbokhandel och som läses på läsplatta.

Studien är tänkt som en beskrivning av en bok generellt, och följer därmed inte en specifik titel. Vissa uppgifter är generella medelvärden, men där detta inte funnits lätt tillgängligt har specifika uppgifter från företag använts. Den studerade boken produceras, köps och avfallshandteras i Sverige. Produktion av läsplattan samt av vissa råvaror och material sker dock i andra länder. I vissa fall har vi gjort antaganden som sedan testats genom känslighetsanalys.

#### 3.1 Pappersboken

Den tryckta pappersboken är en bok med hård rygg om 360 sidor. Boken trycks med cold-set offset i Sverige och papperet är träfritt, obestruket 80g/m<sup>2</sup>. För böcker av det slag som studeras används vanligen träfritt eller trähaltigt, obestruket papper (Linder, 2009). I en känslighetsanalys har vi testat hur resultatet påverkas av om trähaltigt, obestruket papper används (se 4.3).



Figur 1. Flödesschema för pappersboken, såld i traditionell bokhandel eller internetbokhandel. Tunna pilar indikerar elektroniska flöden och feta pilar fysiska transporter.

Den studerade pappersbokens livscykel (Figur 1) startar med skogsbruk samt produktion av massa och papper. Därefter följer tryckning och produktion av material till tryckningen. Innan pappret går till tryck krävs det dessutom ett redaktionellt arbete som ger en PDF-fil samt konvertering av PDF-filen inför tryckning. De uppgifter för tryckning av boken som använts i studien gäller en effektiv cold-set offsetprocess, varför

energiåtgången för tryckningen är relativt låg (Linder, 2009). Efter att boken tryckts och bundits distribueras den till ett centrallager. Från centrallaget distribueras boken vidare till lokala bokhandlare över hela Sverige alternativt transporteras till internetbokhandelns lager varifrån boken distribueras vidare till utlämningsställen över hela Sverige eller direkt till brevlådan. Konsumenten köper boken antingen på den lokala bokhandeln, genom egen transport dit, eller genom att beställa den från internetbokhandeln. För att köpa boken från internetbokhandeln behövs en dator och internetuppkoppling samt ett visst arbete på internetbokhandeln för att förbereda för leverans av boken. I vår studie har vi i första hand studerat internetbokhandel med leverans till utlämningsställe, och leverans till brevlådan har studerats i en känslighetsanalys (se 4.3). Enligt Pär Svärdson på Adlibris är förhållandet mellan leverans till utlämningsställe respektive brevlåda ungefär 40:60. För leverans till brevlåda används i hälften av fallen ekonomibrev, och i resterande förstaklass brev (Svärdson, 2009).

I denna studie har distributionen hanterats genom uppskattning av transportsträcka per bok, eftersom det skiljer sig väsentligt från en bok till en annan och inga medelvärden funnits tillgängliga. Inkluderat i distributionen är: transport från tryckeri till centrallager, transport till internetbokhandelns lager (för böcker som säljs via internet) och slutligen distribution till bokhandlar och utlämningsställen över hela Sverige. För de första två delsträckorna har specifika uppgifter från Bonnierförlagen samt Adlibris använts. Transportsträckan från tryckeri till centrallager är i det här fallet 200 km och transporten från centrallager till internetbokhandelns lager 80 km. Transporten till bokhandel respektive utlämningsställe har uppskattats mer generellt, baseras på uppgifter från Schenker (Goldbeck-Löwe, 2009) om totalt transportarbete och total vikt böcker som transporterats. För medelboken motsvarar det en sträcka på ca 1100 km.

Vid distribution av böcker direkt till utlämningsställe eller kund krävs mer emballage per bok än för distribution via bokhandel. I studien har uppgifter om förpackning för böcker som sålts via internetbokhandel inkluderats, med antagandet att tre böcker beställts samtidigt. Böcker som sålts via traditionell bokhandel har i studien antagits vara förpackade i kartonger om 32 böcker (baserat på uppgifter från Lind, 2009).

Energianvändning i bokhandeln baseras på uppgifter från endast en bokhandel, varför de är mycket osäkra. Den totala energianvändningen under ett år har fördelats över den totala försäljningen under samma år.

I våra antaganden läses pappersboken av en person för att sedan, efter en tid, slängas bort. Den kasserade boken antas gå till avfallsförbränning med energiåtervinning (Hedenstedt, 2009; Sveriges avfallsportal, 2009).

De böcker som inte säljs går som retur till centrallaget, för att vid beställning åter transporteras till bokhandel eller internetbokhandelns lager. I medeltal går 14 % av distribuerade böcker i retur från traditionell bokhandel (Rudels, 2009) och 0,5 % från internetbokhandel (Svärdson, 2009). De böcker som inte skickas ut igen går till pappersåtervinning (Orrö, 2009; Malmström 2009).

## **3.2 Elektronisk bok**

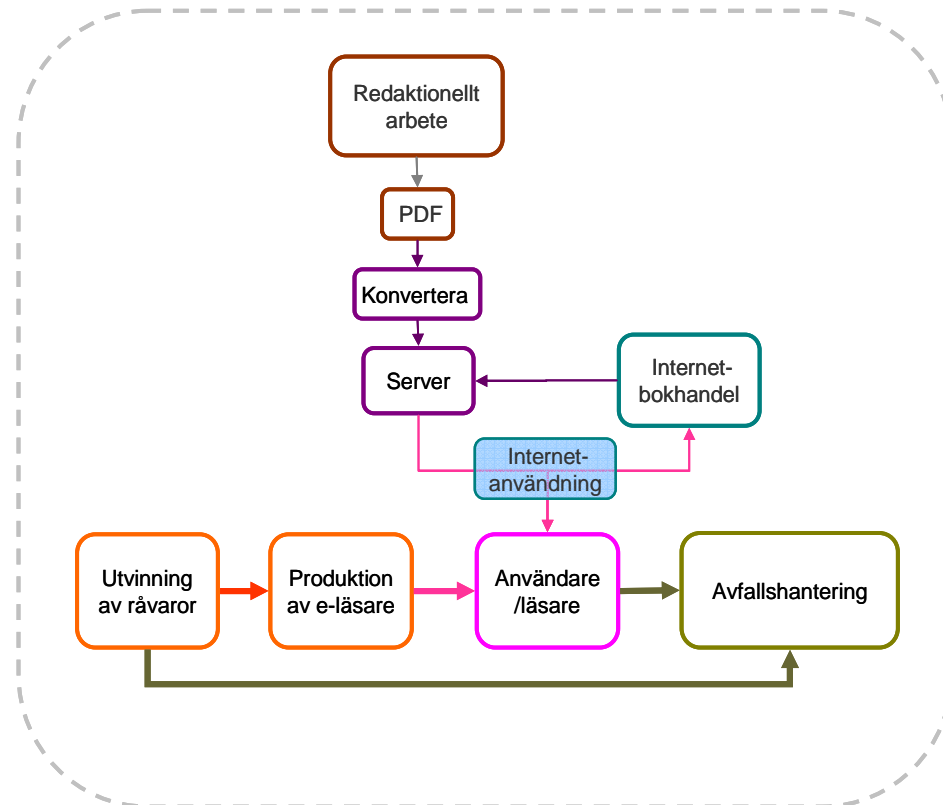
E-boken, som skall vara jämförbar med den studerade tryckta boken, är i vår studie en PDF-fil på 1,5 MB, då det är det vanligaste formatet idag (Waller, 2009).

Det studerade produktsystemet (Figur 2) för e-boken börjar med att råvarorna till läsplattan utvinns samt att de olika komponenterna till läsplattan produceras. Därefter sätts läsplattan samman till en produkt som konsumenten kan köpa. Eftersom inga uppgifter om produktion av läsplattor finns tillgängliga i LCA-databaser har en läsplatta



plockats isär och ingående komponenter kopplats till elektroniska komponenter som finns tillgängliga i databasen Ecoinvent (Dai Javad, 2009). På detta sätt har produktionen av läsplattan och dess komponenter uppskattats. Inom ramen för denna studie har vi inte lyckats få någon inblick i produktionsprocessen för den speciella E-ink skärmen och data för den saknas i studien.

Samma redaktionella arbete som krävs för den tryckta boken krävs även för e-boken. Konverteringen från PDF till e-bok skiljer sig något från konverteringen till tryckning av pappersboken. I dagsläget kräver e-bokskonverteringen några timmar extra jämfört med konverteringen inför tryckning.



Figur 2 Flödesschema för e-boken, läst på läsplatta. Tunna pilar indikerar elektroniska flöden och feta pilar fysiska transporter.

När e-boken har skapats lagras den på en server. För tidsperioden för denna studie lagrades e-boken i tre olika format; PDF, MS-reader och Mobipocket, men nu finns fyra format där det fjärde är EPUB (Waller, 2009). Från servern kan konsumenten sedan ladda ner e-boken till sin läsplatta, antingen via en dator eller direkt till läsplattan, genom att köpa e-boken via en internetbokhandel. I vår studie antar vi att e-boken laddas ner via en dator.

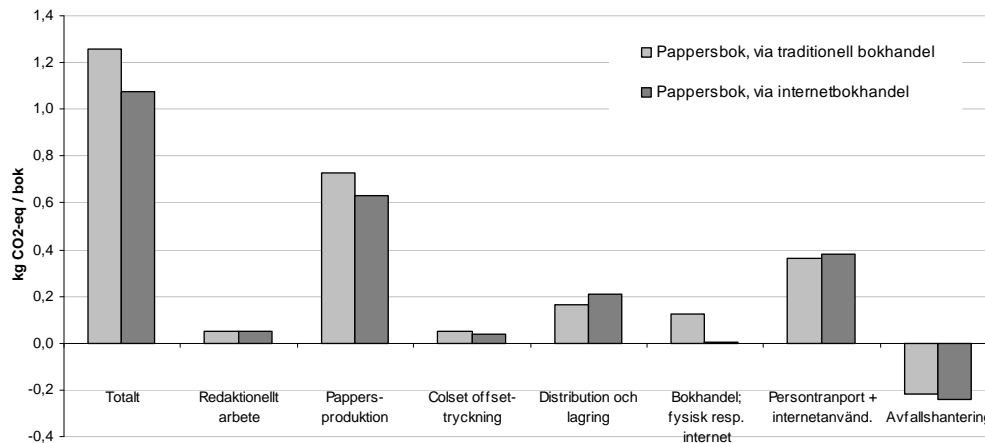
Vi har i studien antagit att den studerade läsplattan används för 48 böcker. Det motsvarar en läsplatta med en livslängd på 2 år med en flitig läsare som läser två böcker per månad. Det motsvarar även en längre livslängd och färre böcker per år, t ex 4 års livslängd och 12 böcker per år. Vi har antagit att läsplattan inte användas för några andra syften (t ex läsa dagstidning eller annat). Uppgifter om användning och livslängd är osäkra.

När läsplattan inte längre är användbar för läsaren och kasseras ska den hanteras som elektronikavfall. Vissa delar går då till materialåtervinning och vissa till förbränning med energiutnyttjande, resten går till deponering. I denna studie har en uppskattning av avfallshanteringen gjorts baserat på en översiktlig återvinningsutvärdering på Stena Technoworld (Sjölin, 2009). Ett antagande har dessutom gjorts att 75 % av läsplattorna i Sverige skulle nå återvinningssystemet. Resterande 25 % är oklart hur det hanteras och var. I denna studie finns inte någon miljöbelastning från denna del av avfallet med, men inte heller någon fördel från material- eller energiåtervinning. Uppgifter rörande avfallshandling av läsplattor är osäkra.

## 4. RESULTAT och DISKUSSION

### 4.1 Resultat från studien

Här nedan presenteras resultaten för de tre studerade produktsystemen, med fokus på klimatpåverkan. Även andra miljöaspekter är viktiga att ta hänsyn till, men alla resultat ryms inte i denna kortfattade rapport. Samtliga resultat finns i Appendix 2.

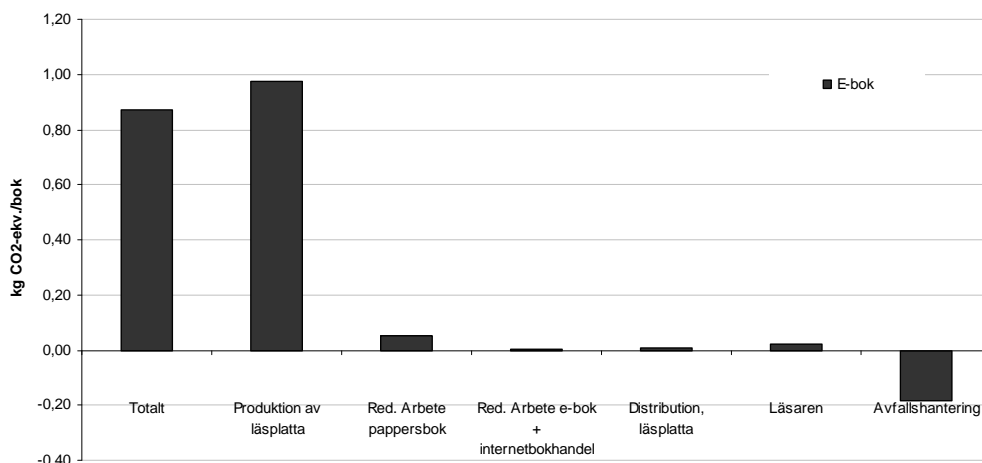


Figur 3 Potentiell klimatpåverkan (GWP) från de olika faserna i pappersbokens livscykel.

När det gäller klimatpåverkan visar Figur 3 att det är produktion av papper som är den mest betydande delen i en boks livscykel, men även persontransporten är betydande. I studien har vi antagit att varje bok medför visst transportarbete med personbil. För varje bok har miljöpåverkan motsvarande 2 km med bil inkluderats för den traditionella boken och för boken via internetbokhandel som levereras via utlämningsställe. Även distribution, lagring och traditionell bokhandel bidrar till bokens totala klimatpåverkan. Tryckningen av boken har märkbart låg klimatpåverkan, vilket beror på en energieffektiv tryckprocess. Här har specifika data för en viss process på ett specifikt tryckeri använts eftersom generella data inte funnits tillgängliga.

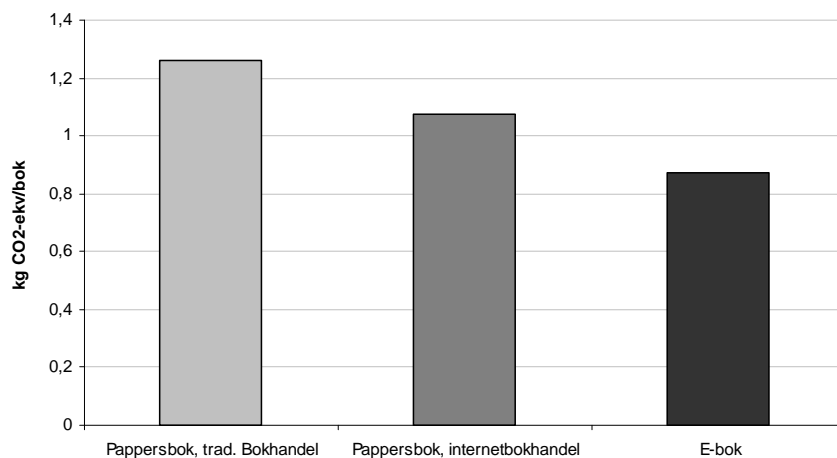
Det ”negativa” bidrag som avfallshandlingen ger (se Figur 3) är ett resultat av att förbränning av böcker ger energi som möjliggör att annan energiproduktion kan undvikas. I studien är den energiproduktion som kan undvikas svensk medel och svensk fjärrvärme. Dessa ger mer klimatpåverkande utsläpp än förbränning av böcker varför bidraget blir ”minskad” klimatpåverkan.

Skillnader mellan bok som köps i traditionell respektive internetbokhandel är främst beroende av att den traditionella bokhandeln kräver mer energi i form av el och värme, men även för att den traditionella bokhandeln returnerar fler böcker än internetbokhandeln och därmed medför en större pappersproduktion. Miljöpåverkan från distribution är högre för internetbokhandeln, eftersom de data som används i studien omfattar ett extra transportsteg från centrallager till internetbokhandelns lager.



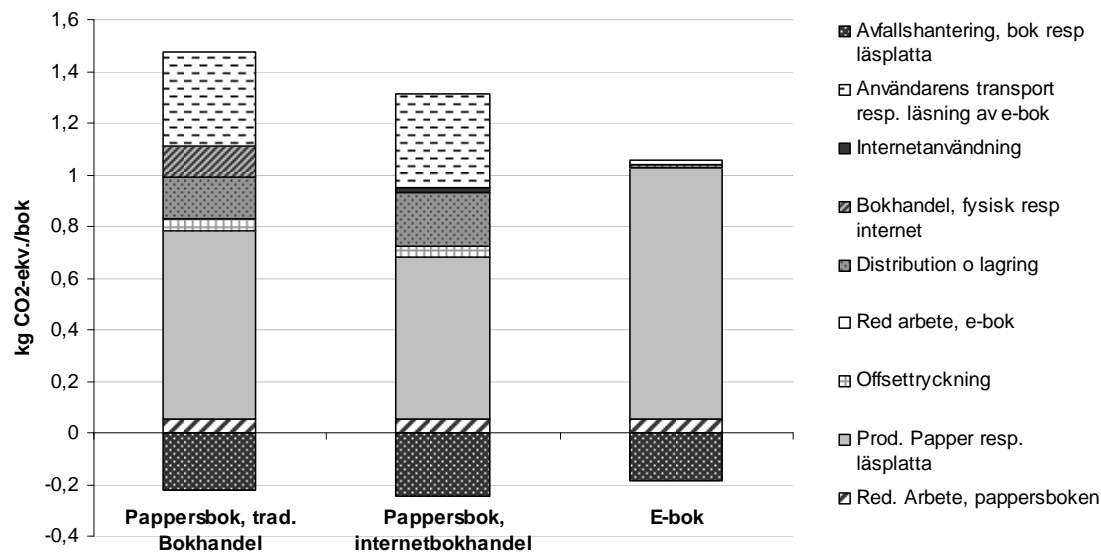
Figur 4 Potentiell klimatpåverkan (GWP) från de olika faserna i e-bokens livscykel.

I Figur 4 illustreras den potentiella klimatpåverkan från en e-bok. Det är tydligt att själva produktionen av den läsplatta som används ger upphov till den största potentiella klimatpåverkan. Genom att återvinna delar av de läsplattor som når återvinningssystemet kan en del klimatpåverkan undvikas, främst genom att nytvinning av metaller av olika slag ersätts av återvinning av dessa.



Figur 5 Jämförelse mellan de tre produktsystemen, potentiell klimatpåverkan (GWP).

Om man jämför de studerade systemen (Figur 5) ser vi att den potentiella klimatpåverkan för den studerade boken är mellan 1,3 och 0,87 kg koldioxidekvivalenter per bok. Skillnaden är alltså inte så stor mellan de olika varianter som studerats, särskilt inte med tanke på de osäkerheter som finns i antaganden och i underliggande data.



Figur 6 Jämförelse mellan de tre studerade produktsystemen (uppdelat i de olika aktiviteterna), potentiell klimatpåverkan (GWP).

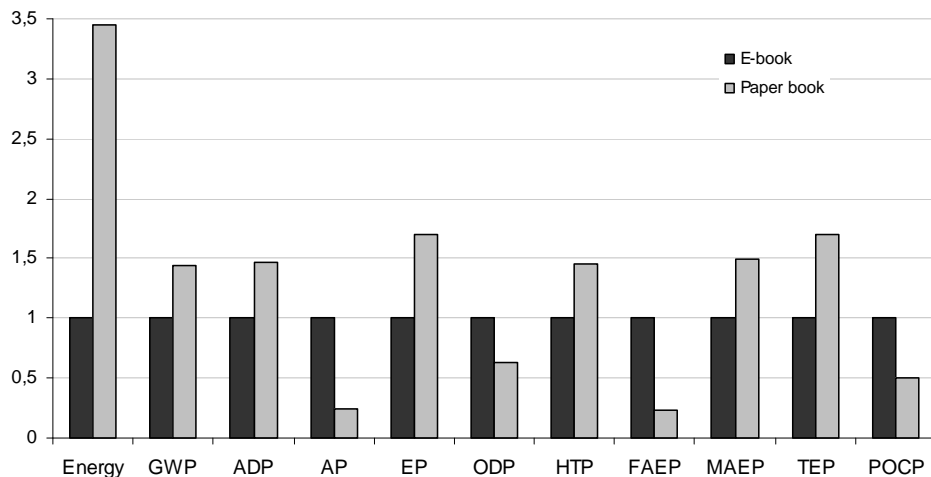
I Figur 6 sammanfattas de resultat som presenterats i Figur 3 - 5. Här illustreras att produktion av papper respektive läsplatta utgör en stor del av den totala klimatpåverkan och att även distribution av pappersboken, inkl. läsarens resor, är betydande. Avfallshanteringen minskar den totala påverkan i alla tre produktsystem.

## 4.2 Annan miljöpåverkan

Även annan miljöpåverkan har studerats. De olika miljöpåverkanskategorierna som ingått i studien är Primärenergi (Energy), Klimatpåverkanspotential (GWP); Icke-förnybara resurser (ADP); Försurningspotential (AP); Övergödningspotential (EP); Ozonuttningspotential (ODP); Humantoxicitetspotential (HTP); Sötvattens ekotoxicitetspotential (FAEP); Marina vattens ekotoxicitetspotential (MAEP); Terrester ekotoxicitetspotential (TEP); och Potential för bildning av marknära ozon (POCP);.

I Figur 7 illustreras att, med de grundantaganden som gjorts i studien är det mer fördelaktigt ur miljösynpunkt att läsa en e-bok jämfört med en pappersbok med hård pärm om man beaktar resurs- och energiåtgång, klimatpåverkan, övergödning samt human toxicitet, marin och terrester ekotoxicitet. Men när det gäller försurning, ozonuttning, sötvattens ekotoxicitet och bildning av marknära ozon är det sämre med e-bok än pappersbok. När det gäller primärenergi är pappersboken 3,5 gånger så krävande som e-boken (Figur 7). Att skillnaden är så pass stor i detta fall jämfört med 1,5 gånger större för klimatpåverkan beror främst på den primärenergi som skogsråvara för pappersproduktion innefattar. Att inte klimatpåverkande utsläpp och primärenergi följs åt beror också på att den svenska elmix som används för processer som sker i Sverige har förhållandevis låga klimatpåverkande utsläpp.

Generellt kan sägas att när det gäller toxikologisk påverkan är osäkerheterna stora, dels för att inventeringsdata inte är fullständiga och dels för att det på grund av kunskapsbrist är svårt att beräkna denna påverkan.



Figur 7 Jämförelse mellan två av produktsystemen (e-bok resp. pappersbok via traditionell bokhandel), för olika slags miljöpåverkan (förkortningarna förklaras i 4.2).

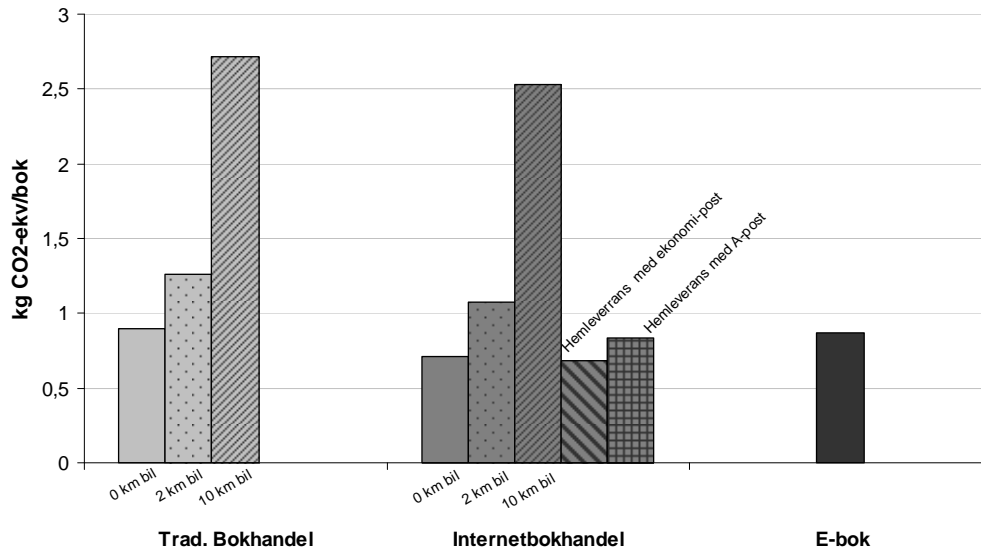
### 4.3 Känslighetsanalyser

Ett antal känslighetsanalyser har gjorts för att se vilka antaganden eller val som kan vara av betydelse för resultatet av miljöbedömningen. I flera av figurerna illustreras olika slags miljöpåverkan som studerats. För att möjliggöra att presentationen görs i en och samma figur så har miljöpåverkan för basscenarierna, för pappersbok via traditionell bokhandel respektive e-bok, satts till 1, och variationerna presenteras i relation till det (eftersom de olika miljöpåverkanskategorierna mäts med olika enhet).

#### *Hur distribueras pappersboken?*

I studien har vi antagit att läsaren köper boken i den traditionella bokhandeln respektive hämtar den från ett utlämningsställe dit den distribuerats med lastbil. Ett antagande när det gäller läsarens transport har gjorts om att pappersboken i båda dessa fall belastas med miljöpåverkan från motsvarande 2 km bilåkning (detta innebär att den totala sträckan kan vara längre men att belastningen delas över flera ärenden). Eftersom det inte finns några uppgifter angående hur långt en person i medeltal reser för att köpa en bok, samt vilka eventuella ytterligare ärenden, etc som utförs under samma resa har vi gjort ett grovt antagande. Effekten av detta antagande har testats i en känslighetsanalys där

- 1) Miljöpåverkan motsvarande 10 km bilåkning belastar pappersboken
- 2) Miljöpåverkan motsvarande 0 km bilåkning belastar pappersboken (t ex om köparen går eller cyklar)
- 3) Internetbokhandeln levererar pappersboken till brevlådan, med Postens ekonomibrev (Posten Meddelande AB, 2007a)
- 4) Internetbokhandeln levererar pappersboken till brevlådan, med Postens förstaklassbrev (Posten Meddelande AB, 2007b)



Figur 8 Jämförelse av olika antaganden om hur bokköparens resa till bokhandeln resp. utlämningsstället sker (variationer 1-4 enligt ovan).

I Figur 8 kan man utläsa att en lång resa med bil för att köpa en bok medför att miljöpåverkan av bilresan överträffar den totala miljöpåverkan från produktion av boken.

Med leverans från internetbokhandeln till dörren med Postens ekonomibrev eller till utlämningsställe utan någon ytterligare miljöpåverkan från bokköparens resa (Figur 8) får vi den lägsta potentiella klimatpåverkan för pappersboken. I dessa fall ger pappersboken upphov till något lägre påverkan än e-boken. Leverans till brevlådan med förstaklass brev ger något större klimatpåverkan än med ekonomibrev, men fortfarande lägre än via utlämningsställe.

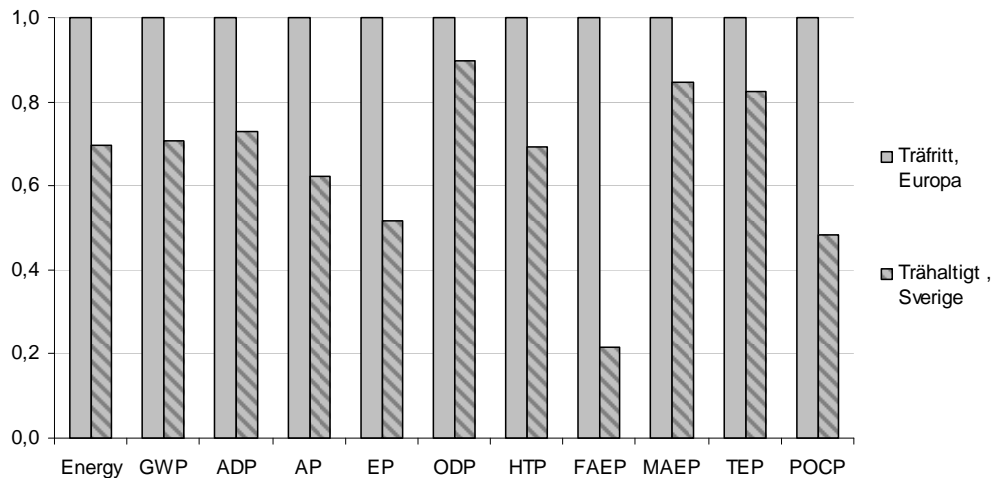
I en studie av Smederöd (2003) studeras miljöeffekter av Postens omstrukturering. Små skillnader när det gäller resmönster i samband med postärenden före och efter omstruktureringen, då postkontor ersattes med serviceställen och Svensk Kassaservice, påvisas i studien. Generellt i de tre studerade kommunerna blev dock avståndet till serviceställe något kortare än till det tidigare postkontoret (Smederöd, 2003). Smederöd poängterar att det kan ta längre tid att ändra vanor, och det kan vara så att resmönstren ser annorlunda ut idag. När det gäller en boks totala miljöbelastning är detta en viktig parameter, som är osäker och kan variera betydligt från en bokköpare till en annan. Här spelar även samordning med andra ärenden in, om många ärenden samordnas bör miljöbelastningen fördelas över dessa. Även för den traditionella bokhandeln är det osäkert hur långa resor som görs, med vilket transportslag och ifall resan samordnas med andra ärenden.

### *Vilket papper används?*

I böcker av det slag som studerats här används vanligen träfritt eller trähaltigt, obestruket papper (Linder, 2009). I den databas vi använder finns information om träfritt obestruket papper (Hischier, 2007), vilket använts i studien. Dessa data är baserade på uppgifter som representerar ett antal europeiska bruk. Data är från 2000-2002. För att jämföra med ett trähaltigt papper har vi använt oss av uppgifter för ett specifikt svenskt papper, med data från 2007 (Holmen Paper, 2008). Dessa data är begränsade till ett antal resurser och utsläpp. Data är alltså inte lika fullständiga som de för träfritt papper. Generellt kan sägas att träfritt papper kräver mindre energi att producera, medan produktion av trähaltigt

papper kräver färre kemikalier. Eftersom energirelaterad miljöpåverkan täcks relativt väl i de data som använts kan de antas representera produktion av trähaltigt papper relativt väl. Inget skogsbruk finns dock med. Dessutom skiljer de två studerade papperen sig åt för att det träfria är europeiska medelvärden och det trähaltiga representerar ett bruk i Sverige.

I Figur 9 visas resultatet av jämförelsen mellan den studerade pappersboken tryckt på träfritt respektive trähaltigt papper för de olika miljöpåverkanskategorierna. I samtliga fall medför det trähaltiga papperet en lägre potentiell miljöpåverkan. Delvis kan detta vara ett resultat av att data är mindre fullständiga, men troligen är det även beroende på papperstypen i kombination med den mindre miljöbelastande svenska elmixen. Det är inte möjligt att entydigt säga att det är fördelaktigare med ett trähaltigt papper i jämförelse med ett träfritt utan det beror bland annat av var bruket är lokaliserat.

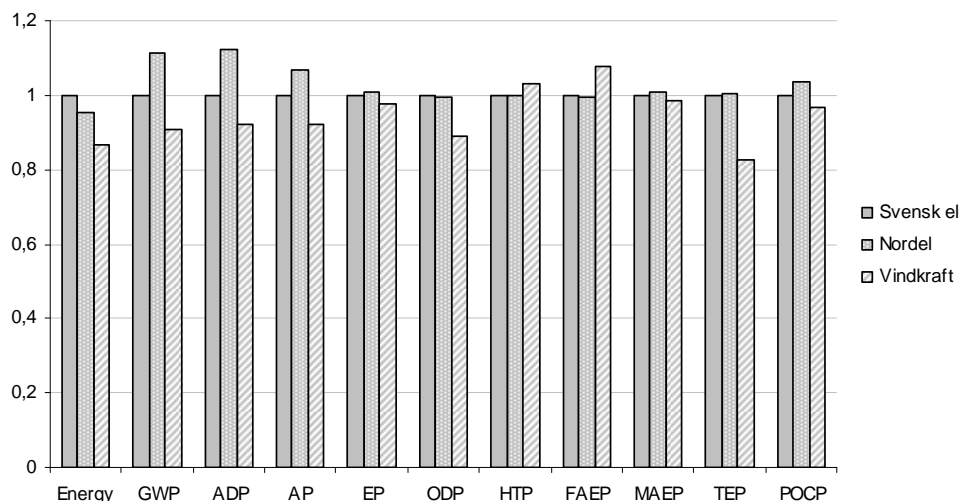


Figur 9 Jämförelse av pappersbokens livscykel med två olika slags papper i inlagan. Pappersboken med europeiskt träfritt papper är satt till 1 och det svenska trähaltiga pappret visas som en andel av det europeiska papprets miljöpåverkan. Resultaten gäller pappersbok via traditionell bokhandel, för olika slags miljöpåverkan (förkortningarna förklaras i 4.2).

### Vilken el används?

I studien har vi använt svensk elmix för konsumtion av el för de processer som sker i Sverige (så som den beskrivs i den använda databasen, Frischknecht et al. 2007). Vilken el som används i studien kan ha påverkan på total miljöpåverkan eftersom el från olika källor ger upphov till olika miljöpåverkan. För att testa antagandet om svensk elmix har vi i en känslighetsanalys använt Nordisk elmix (s.k. Nordel) respektive vindkraft för de processer som sker i Sverige (data för elproduktion och distribution så som den beskrivs i databasen, Frischknecht et al. 2007). För vissa processer har data varit aggregerade och det har inte gått att skilja ur elanvändningen, då har inte elmixen varierats. I dessa fall, samt i de fall då processen sker i ett annat land har den el som funnits i processen från början använts.





Figur 10 Jämförelse av olika antagande gällande den elmix som används för processer som sker i Sverige för den pappersboken köpt i en traditionell bokhandel och för olika slags miljöpåverkan (förkortningarna förklaras i 4.2).

Det blir viss skillnad för den totala miljöpåverkan från pappersboken då elmixen varierar även om den inte är så stor, mellan 10 % ökning och 20 % minskning (Figur 10). De tre typerna av elmix som testats här, och som är relevanta i det här fallet då en bok som köps i Sverige studerats, har dock relativt låg miljöbelastning i jämförelse med el producerad från kol eller olja. I andra länder kan elproduktionen vara av större betydelse när det gäller miljöpåverkan från en bok med livscykelerspektiv.

### *Läsplattans livslängd och antal lästa böcker*

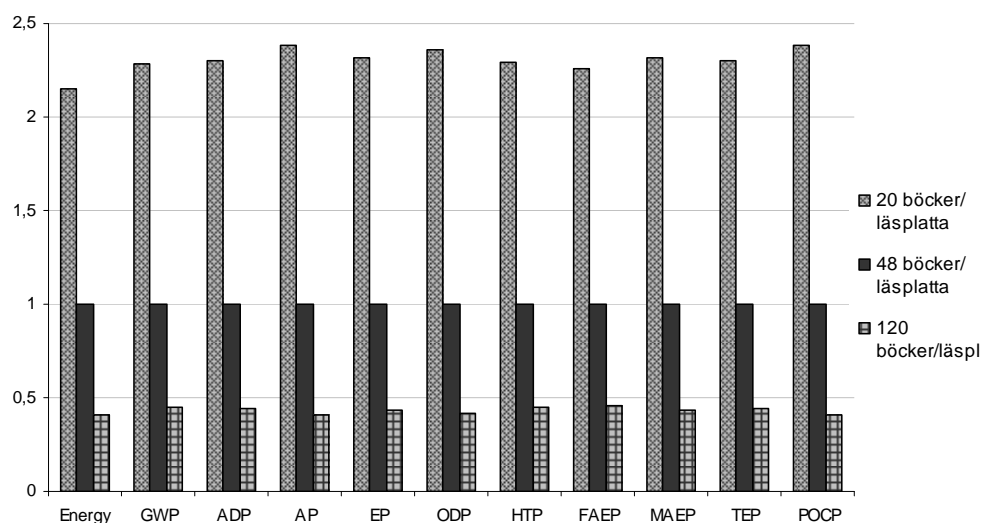
Eftersom läsplattor inte funnits på marknaden under någon längre tid, och egentligen knappt finns i Sverige ännu (november 2009), finns inga erfarenhetsmässiga uppgifter om den faktiska livslängden och om hur de används. I studien har vi antagit en livslängd på 2 år. Livslängden beror dels på den tekniska livslängden, men även på en eventuell vilja att uppgradera till en nyare version, eller på om läsplattan skadas och därmed får en kortare livslängd än den troliga tekniska.

Miljöpåverkan från produktion och avfallshantering av läsplattan relaterad till varje läst e-bok beror också av hur många böcker som läses på den under dess livstid. I studien har vi gjort antagandet att den person som köper en läsplatta också är en person som läser relativt mycket. Vi har antagit 24 böcker per år, vilket med en livslängd på 2 år ger 48 lästa böcker per läsplatta.

I en känslighetsanalys har vi testat effekten av längre livslängd och av att färre böcker läses per år. I Figur 11 illustreras hur e-bokens resulterande miljöpåverkan påverkas av den totala mängden e-böcker som läsplattan används för under sin livstid. Exemplet omfattar:

- 20 lästa böcker per läsplatta (vilket exempelvis kan vara 10 böcker per år under 2 år eller 5 böcker per år under 4 år)
- 48 lästa böcker (basscenario)
- 120 lästa böcker

Miljöbelastningen från produktion och avfallshantering av läsplattan skulle även kunna fördelas över annan användning, t ex tidningar eller arbetsdokument. På samma sätt som illustreras i Figur 11 för större antal lästa böcker skulle en högre nyttjandegrad av annat slag ge lägre miljöbelastning per nytta.



Figur 11 Jämförelse av olika antagande när det gäller det antal böcker som läses på läsplattan, för olika slags miljöpåverkan (förkortningarna förklaras i 4.2).

### *Pappersbokens livslängd – fler läsare?*

Pappersbokens livslängd påverkar inte direkt dess miljöpåverkan, utom möjligtvis genom behov av yta och uppvärmning för förvaring. Denna energianvändning kan grovt skattas till motsvarande 2/3 av den energianvändning per bok som bokhandeln i denna studie ger upphov till, om man antar en bokhylla med sex plan och att boken förvaras i 10 år. Detta har dock inte räknats med i studien.

Men om en längre livslängd innefattar fler läsare blir miljöbelastningen per läst bok betydligt reducerad. Eftersom all miljöpåverkan för pappersboken är relaterad till produktion och avfallshantering och inget till själva läsningen innebär två läsare halva miljöbelastningen ”per läst bok”. Det kan argumenteras att vissa pappersböcker inte läses av någon alls, och att en läsare per bok därmed kan vara en rimlig uppskattning av den ”medelbok” som studeras här. Statistik för svenska bibliotek visar att biblioteksböcker i genomsnitt läses (eller i alla fall lånas) 1,5 gånger per år, värdet är något högre för barnböcker och lägre för vuxenböcker (Statens Kulturråd 2009), men det finns inga uppgifter om antal läsningar under böckernas livslängd.

## 5. DISKUSSION

Vid jämförelsen av pappersbok och e-bok är det tydligt att antalet personer som läser ett exemplar av en pappersbok samt hur många e-böcker som läses på ett exemplar av en läsplatta under deras livstid är avgörande för resultatet av en jämförelse.

Det vore också intressant att jämföra med pocketböcker, som kräver mindre mängd papper och därmed borde vara mindre miljöbelastande än bok med hårdpärm. Den här studerade boken skulle i pocketversion kräva knappt hälften av pappersmängden (Lind, 2009). En pocketbok som läses av flera personer skulle därmed medföra en betydligt lägre miljöpåverkan än en e-bok läst på en läsplatta som inte används så frekvent. Det skulle också kunna vara så att e-böcker blir nya slags böcker, som skrivs främst för att läsas som e-bok, och kanske inte direkt kan jämföras med pappersböcker. Effekten av detta är svår att uppskatta. Fler e-böcker skulle kunna innebära att färre pappersböcker produceras, men också att fler personer börjar läsa (fler) böcker och då även fler pappersböcker. Detta kan illustrera det komplexa i att jämföra en e-bok med en pappersbok, i slutändan kan de strukturella och beteendemässiga effekterna av ett ökat läsande av e-böcker bli andra än vad som kan utläsas ur en jämförelse mellan de två produkterna.

Sammantaget visar resultaten av vår studie att pappersproduktionen ger upphov till den tryckta bokens största miljöpåverkan, men även att konsumentrelaterade aktiviteter har stor inverkan på dess totala miljöpåverkan. Genom att ge eller sälja en pappersbok vidare delas miljöpåverkan över flera läsare, vilket får stor effekt för miljöpåverkan per ”läst bok”. En köpare av pappersböcker kan även påverka den totala miljöpåverkan genom att välja att promenera till bokhandeln eller att kombinera resan till bokhandeln med andra inköp och aktiviteter, eller genom att köpa boken via en internetbokhandel. För inköp via internetbokhandel visar studiens resultat på att effektiv distribution, som i det här fallet genom leverans med Postens ekonomibrev till dörren, kan ha betydelse för miljöpåverkan.

De miljömässiga fördelarna med att köpa pappersboken via internetbokhandel beror i studien förutom på skillnader i leverans av boken på att energianvändningen i den traditionella bokhandeln kan undvikas och att färre böcker returneras. Det senare kan diskuteras, eftersom även internetbokhandeln har nytta av att förlagen producerar och lagerhåller en viss upplaga även om de inte beställer böcker förrän en order kommit in. Om alla bokhandlar skulle övergå till internetbokhandlar så är det inte troligt att överproduktion av böcker skulle nå ner till 0,5 %, vilket är den överupplaga som i studien belastat internetbokhandeln (jämfört med 14 % för den traditionella bokhandeln). Uppgifterna för distribution och för den traditionella bokhandeln är osäkra och kan variera betydligt för en specifik bok såld på en specifik ort.

Sammantaget visar resultaten från studien att det största bidraget till den totala miljöpåverkan från e-boken kommer från produktionen av läsplattan och till viss del även avfallshanteringen av densamma. De antaganden som gjorts för e-boken är avgörande för resultaten. I grundberäkningen antog vi en livslängd på 2 år för läsplattan och en läsfrekvens på 24 böcker per år. Dessutom antog vi att läsplattan inte används för andra syften, som att läsa tidningar eller andra dokument. Detta är antaganden som kommer att se olika ut för olika läsare, och kan bli avgörande för jämförelsen mellan pappersbok och e-bok.

Det finns osäkerheter i de data som använts för läsplattan, särskilt gällande avfallshanteringen. Produktionen av den speciella skärmen saknas dessutom i studien. Detta kan vara av betydelse för läsplattans och därmed e-bokens miljöpåverkan eftersom

det troligen rör sig om en energikrävande produktionsprocess. Uppgifter om klimatpåverkande utsläpp till följd av produktion av skärmen är för osäkra för att publicera, men indikerar att produktionen kan vara betydande, dock mindre än den totala klimatpåverkan från övriga delar av e-boken. Om kemikalier av olika slag används vid produktion av skärmen kan detta också påverka e-bokens miljöpåverkan. Ytterligare studier behöver göras för att ge mer kunskap.

Flera av de substanser och utsläpp som är relaterade till produktion och avfallshantering av läsplattan bidrar till toxikologiska effekter på miljön. Beräkning av denna miljöpåverkan är generellt osäker.

En mer utförlig diskussion kommer att föras i de vetenskapliga artiklar som avses publiceras.

## 6. SLUTSATSER

Baserat på den förenklade livscykelanalys som utförts för tre produktsystem; en tryckt pappersbok köpt i traditionell bokhandel, en tryckt pappersbok köpt via internetbokhandel samt en e-bok köpt via internetbokhandel och som läses på läsplatta drar vi ett antal slutsatser. Dessa slutsatser är möjliga att dra trots de osäkerheter som ryms inom studien

- Ingen generell slutsats kan dras om vilken av de studerade produkterna som är att föredra ur miljösynpunkt.
- Miljöpåverkan från en pappersbok beror främst på pappersproduktion
- Användarens beteende kan vara betydande för pappersbokens miljöpåverkan. Långa resor med personbil för att köpa en bok ger i sammanhanget betydande miljöpåverkan. Om en bok läses av flera personer minskar miljöpåverkan per läst bok betydligt.
- Miljöpåverkan från en e-bok beror främst på produktionen av läsplattan.
- Användarens beteende är betydande, ju fler böcker (eller annat, även om detta inte är studerat här) som läses på läsplattan desto mindre miljöbelastning per läst e-bok.
- Jämförelsen av miljöpåverkan från en skönlitterär pappersbok med hård rygg och från en e-bok beror av antaganden gällande främst användarens beteende och av vilken typ av miljöpåverkan som studeras.
- Skillnaderna mellan pappersbok och e-bok, är mindre än skillnader mellan basscenariot och känslighetsanalyser
- För att en e-bok ska vara fördelaktig ur miljösynpunkt jämfört med en pappersbok med hård rygg behöver läsplattan användas relativt mycket.
- Mer kunskap behövs när det gäller giftiga ämnen och toxikologiska effekter.

## 7. REFERENSER

Nedan refereras de källor som hänvisas till i denna kortfattade rapport. Fler referenser finns i Appendix samt i kommande vetenskapliga artiklar.

### Rapporter, artiklar, etc

Friskhnecht R., Tuchschnid M., Emmenegger M., Bauer C och Dones R., 2007. Strommix und Stromnetz. In: Sachbilanzen von Energiesystemen: Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz (ed. Dones R.) ecoinvent report No. 6, v2.0. Paul Scherrer Institut Villigen, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH, Online-version under [www.ecoinvent.ch](http://www.ecoinvent.ch)

Hischier R., 2007. Life cycle inventories of packagings & graphical papers. ecoinvent report No. 11. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, 2007. Data as implemented in SimaPro 7.1.8

Holmen Paper, 2008. PaperProfile Holmen Book. Environmental product declaration for paper. Date of issue 2008-04-25.

Moberg, Å., Johansson, M., Finnveden, G. och Jonsson, A., 2009. Printed and tablet e-paper newspaper from an environmental perspective- a screening life cycle assessment. Environmental Impact Assessment Review, doi:10.1016/j.eiar.2009.07.001

Posten Meddelande AB, 2007a. Miljövarudeklaration ekonomibrev – När det inte är så bråttom. EPD Reg. nr. S-P-00126 DS\_6105.07.1.

Posten Meddelande AB, 2007b. Miljövarudeklaration 1:a klass brevet – Framme nästa dag. EPD Reg. nr. S-P-00125 DS\_6104.07.1

Statens Kulturråd, 2009. Folkbibliotek 2008. Kulturen i siffror 2009:2. Statens Kulturråd, Stockholm. ISBN 978-91-85259-65-6

Svenska Förläggareföreningen, 2008. Svenska Förläggareföreningens branschstatistik 2008. Finns tillgänglig via [http://forlaggare.se/media/10980/svfs\\_branschstatistik\\_2008web.pdf](http://forlaggare.se/media/10980/svfs_branschstatistik_2008web.pdf)

Sveriges avfallsportal, 2009. [www.sopor.nu](http://www.sopor.nu), besökt april 2009

### Personlig kommunikation

Berglund Annamaria, Kvalitet- & Miljösamordnare, Holmen Paper AB, personlig kommunikation, mars 2009.

Dai Javad Patrik, PDJ Development, personlig kommunikation, januari 2009.

Goldbeck-Löwe Fredrik, VD, Schenker, genom personlig kommunikation med Pär Svärdson, Adlibris, april 2009.

Hedenstedt Anders, Deponering, avfallsförbränning med energiutvinning, Avfall Sverige, personlig kommunikation april 2009.

Lind Merete, Bonnierförlagens Produktionsavdelning, personlig kommunikation, 2008 och 2009.

Linder Alf, Teknisk chef, Scandbook AB, personlig kommunikation, maj 2009.

Malmström Solveig, IL Recycling, personlig kommunikation, mars 2009.

Nilsson Rikard, Holmen Paper, transport data genom personlig kommunikation med Annamaria Berglund, Holmen Paper, mars 2009.

Orrö Lars-Gunnar, Utvecklingschef, Samdistribution AB, personlig kommunikation, januari – juli 2009.

Rudels Håkan, Marknadsdirektör, Bonnerförlagen, genom personlig kommunikation med Pär Svärdson, Adlibris, mars 2009.

Svärdson Pär, VD, Adlibris, personlig kommunikation, 2008 och 2009.

Waller Björn, Support och produktion av MP3-och e-böcker, Elib AB, personlig kommunikation, december 2008 – maj 2009.

## **Appendix**

Under <http://www.sustainablecommunications.org/bok/ligger> följande Appendix till rapporten.

*Appendix 1. Inventory data*

*Appendix 2. Results*