

# Energiförbrukning för dryckesförpackningar

en jämförelse mellan plast, papper och glas ur ett energiperspektiv

---

Filip Andersson 2017

MVEK02 Examensarbete för Kandidatexamen 15 hp

Miljövetenskap | Lunds universitet





**LUNDS**  
UNIVERSITET

[WWW.CEC.LU.SE](http://WWW.CEC.LU.SE)  
[WWW.LU.SE](http://WWW.LU.SE)

Lunds universitet

Miljövetenskaplig utbildning  
Centrum för miljö- och  
klimatforskning  
E kologihuset  
223 62 Lund

## Förkortningslista

HDPE - High density polyethylene

LDPE - Low density polyethylene

PET - Polyethylene terephthalate

PP - Polypropylene

PS - Polystyrene

## Abstract

Different material is used today for packaging; all of them have different environmental problems. Depending on your perspective one material might be more beneficial than the other. In this study an energy perspective is used when looking at production of the material, the manufacturing of the package and transport of the package in its lifecycle and recovery processes. The materials studied were plastic, glass, and paper, with each material for each of the parameters was conducted. Paper was found to take least energy to produce and glass uses the most. Production was also step for all the materials that take the most energy. The same relation between the materials was found for transport, however transport was found to be a small part of the total energy consumption for all the materials. The recovery process was found to be very dependent on how modern the recovery plant was and how well sorted the waste was. Either plastic or paper are deemed to most likely be the most commonly used packaging material in the near future, and maybe even the far future if no new material is developed and the existing problems with today's material is solved.



# Innehållsförteckning

|  |           |
|--|-----------|
| <b>FÖRKORTNINGSLISTA .....</b>                   | <b>2</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>                            | <b>3</b>  |
| <b>INNEHÅLLSFÖRTECKNING .....</b>                | <b>5</b>  |
| <b>INLEDNING .....</b>                           | <b>7</b>  |
| SYFTE .....                                      | 8         |
| <b>METOD .....</b>                               | <b>9</b>  |
| <b>RESULTAT .....</b>                            | <b>11</b> |
| PRODUKTIONEN AV FLASKOR OCH FÖRPACKNING .....    | 11        |
| <i>Plastflaskor</i> .....                        | 11        |
| <i>Glasflaskor</i> .....                         | 12        |
| <i>Pappersförpackningar</i> .....                | 12        |
| TRANSPORT .....                                  | 15        |
| <i>Plast</i> .....                               | 15        |
| <i>Glas</i> .....                                | 16        |
| <i>Papper</i> .....                              | 16        |
| AVFALLSHANTERING .....                           | 19        |
| <i>Återvinning av plastförpackningar</i> .....   | 19        |
| <i>Återvinning av glasförpackningar</i> .....    | 20        |
| <i>Återvinning av pappersförpackningar</i> ..... | 21        |
| <b>DISKUSSION .....</b>                          | <b>23</b> |
| PRODUKTION .....                                 | 23        |
| TRANSPORT .....                                  | 23        |
| AVFALLSHANTERING .....                           | 24        |
| ÖVERGRIPANDE DISKUSSION .....                    | 25        |
| <b>SLUTSATSER .....</b>                          | <b>27</b> |
| <b>TACKORD .....</b>                             | <b>29</b> |
| <b>REFERENSER .....</b>                          | <b>31</b> |
| KÄLLOR .....                                     | 31        |
| <b>BILAGA .....</b>                              | <b>35</b> |



# Inledning

Förpackningar blir en allt viktigare del av vår vardag, då nästan allt vi köper är förpackat på något vis. Förpackningarnas former kan vara olika och är många, oftast beroende på vad de är ämnade att användas till. Även materialval styrs till viss del av vad förpackningen ska innehålla. Dessa förutsättningar gör att det slängs mycket förpackningar, som ger förbrukade förpackningar i olika material som vi behöver ta hand om. Detta skapar ett behov av krav för en effektiv hantering av förpackningar när dessa blivit avfall. Beroende på vilka material förpackningarna är gjorda av kommer energiåtgången och miljöeffekterna att variera (Farla et al. 1997). Detta gör det viktigt att se på hur olika material, och förpackningar av dessa, påverkar miljön. Miljöproblemen är många och även om inte förpackningarna är ansvariga för alla problemen bidrar dessa ändå till en del av problemen. Lyckligtvis finns det lösningar på de flesta problem. Vi kanske inte ännu har hittat alla lösningar men vi får göra det bästa av vad vi har just nu.

En förpackning är per definition enligt 5 § förordning om producentansvar för förpackningar (SFS 2014:1073): ”en produkt som har framställts för att innehålla, skydda eller presentera en vara eller för att användas för att leverera eller på annat sätt hantera en vara alternativt en engångsartikel med samma funktion.”

Detta betyder att en förpackning kan vara tillverkad av valfritt material och uppfylla ett av flera ändamål för att räknas som en förpackning och därmed omfattas av producentansvaret som är lagstadgat i samma förordning. Producentansvaret betyder att det är producenten av produkten/förpackningen som ska se till att de är så miljövänliga som möjligt. När det rör sig om förpackningar ska producenten också rapportera om hur stor mängd förpackningar som förses till den svenska marknaden samt om hur de insamlade mängderna omhändertas efter användning.

Materialen som kommer att studeras i denna artikel är plast, glas och papper. Om man ser till de olika materialen så är de inte ”ett” material med en viss uppsättning egenskaper utan alla tre materialen finns i olika varianter och beroende på vilket respektive innehåll de har så har de skilda egenskaper. Några av de vanligaste och mest använda plastsorterna är low density polyethylene (LDPE), high density polyethylene (HDPE), polypropylene (PP), polyethylene terephthalate (PET) och polystyrene (PS). I detta arbete kommer det främst diskuteras om PET- och PP-plast, då dessa är det två vanligaste plastmaterialen för flasktillverkning. Skillnaderna i egenskaper mellan PET och PP-plast gör dessa mer eller mindre lämpade för olika användningsområden



(Delgado et al. 2007). Glas och papper har inte namnbeteckningar på samma sätt som plast även om kompositionen av råvaror i respektive material kan variera. Dessutom har de olika varianterna i sin tur också olika egenskaper.

Då glas och papper inte har namnanvisningar som plasten så är det svårt att garantera att det är samma typ av glas eller papper som diskuteras i artiklarna, därför kommer glas och papper att diskuteras som två olika material men utan varianter. För att enklare kunna jämföra olika material kommer detta arbete att fokusera på den energi som krävs för att producera respektive material och/eller förpackning. Vidare kommer tillverkning av förpackning, all transport av produkt genom hela dess livscykel samt återvinning av förpackningen att granskas. Dessa tre områden valdes för att alla för uppsatsen utvalda produkter har dessa steg i sin livscykel och för att områdena är viktiga i sammanhanget.

Vilka energibaserade miljöeffekter har materialen? Är det ena materialet bättre än ett annat eller byter vi ett problem mot ett annat?

## Syfte

Syftet med detta arbete är att jämföra dryckesförpackningar av plast, glas och papper för att undersöka deras miljöpåverkan och för att avgöra vilket/vilka material som har störst miljöpåverkan sett ur ett energiperspektiv.

## Metod

Som huvudsakliga förpackningar valdes dryckesförpackningar. Anledningen till detta är att eftersom dessa finns i alla de tre olika materialen; plast, glas och papper blev det enklare att göra jämförelse dem emellan. Energikonsumtionen för att producera en förpackning valdes för att jämföra materialen. Alla andra miljöeffekter i produktionen bortses ifrån eftersom det skulle kräva en mer ingående studie. Transport räknas i utsläpp av växthusgaser och energikonsumtion per kilometer körd sträcka och viken av last. Återvinning undersöks och diskuteras utifrån ett energiperspektiv. Detta görs för att få enkla jämförbara siffror mellan de olika materialen.

En litteraturstudie genomfördes för att hitta relevant litteratur. Litteraturen söktes främst på *Web of Science core collection* och till viss del även i *Pubmeds* databank. De söktermer som användes anges i bilaga.

En del information tillhandahölls av företag som är kopplade till de olika delarna av arbetet. A. Schulman, ett företag som tillverkar och säljer plastgranulat, tillhandahöll en del artiklar om produktion och återvinning av plast. Tetra Pak, tillverkare av pappersförpackningar, tillhandahöll en del information om processen att tillverka pappersförpackningar och hur de går tillväga. Sara Bertsson, utredare på Trafikanalys – kunskapsmyndighet för transportpolitiken, tillhandahöll opublicerade detaljkvartalsrapporter rörande transportmängder och transportavstånd. De opublicerade rapporterna innehöll mer information med avseende på transport av glas och papper än de vanliga kvartalsrapporterna som finns tillgängliga på Trafikanalys hemsida. Det går dock inte att utläsa hur stor mängd förpackningar som transporteras i de publicerade eller opublicerade kvartalsrapporterna utan endast hur långt (genomsnitt) och den totala mängden av olika material som transporteras.



# Resultat

## Produktionen av flaskor och förpackning

Eftersom det är troligt att anta att olika fabriker har olika maskiner och dessa dessutom varierar i åldrar och därför även energianvändning, så går det inte att ge en exakt siffra på hur mycket energi det går åt att göra en förpackning. Därför kommer det att ges en generell beskrivning för hur de olika förpackningarna tillverkas och hur mycket energi som går åt. Energikostnaden avser både den energi som går åt för att tillverka materialet av förpackningen samt den energi som går åt för att göra själva förpackningen samt att fylla den.

## Plastflaskor

För att göra plast används råolja, naturgas, kol och salt. Alternativt, om det används förnyelsebara råvaror, är dessa oftast cellulosa från majs, potatis eller sockerrör. Råoljan destilleras och en av fraktionerna är nafta som är grundmaterial till plast. Naftan bryts vidare ner till de olika kolvätena eten, propen och buten. Kolvätena länkas sedan samman för att göra plast och beroende på hur kolvätena är sammansatta fås olika plaster med olika egenskaper (Hooren 2010). Enligt IKEM, Innovations- och Kemiindustrierna i Sverige, används 4% av upptagen råolja till att göra plast och plastprodukter av. Detta att jämföra med de två största användningsområdena för råolja, transport och uppvärmning, som står för 45% respektive 42% (Lundberg 2016).

Man tillverkar en PET-flaska, som är en av de två vanligaste materialen att göra flaskor av, genom att etylenglykol och tereftalsyra blandas. Man får då små korn av plast, kallade granulat. Dessa korn smälts sedan och sprutas in i en form för att skapa en ”preform”. Preformen är den översta delen av flaskan med korgänger och hals och en liten bit flaska under. För att få preformen att bli en faktisk flaska värms preformen upp och dras ut lite för att sedan blåsas upp inuti en form. Detta sista steg kan göras antingen i samma fabrik som tillverkade flaskan och då transporteras flaskan som en färdig flaska, eller så kan det göras i fabriken som fyller flaskan och då transporteras den dit som en preform och blåses upp precis innan fyllning. Energin som går åt för att göra PET massan är 70–83 MJ per kg PET massa. För att sedan göra en flaska av massan krävs ytterligare runt 20 MJ per kilo färdiga flaskor. Totalt, inkluderat transport inom fabriken, går det åt cirka 100 MJ per kilo PET-flaskor. För en genomsnittlig flaska på 38 gram skulle alltså då

energikostnaden för produktion vara 4,0 MJ per flaska (Gleick and Cooley 2009). En nyare utvärdering från USA fann att det gick åt runt 70,4 MJ per kilo PET kåda (Franklin Associates 2011). Om denna siffra används för energiåtgången att tillverka kådan, och samma siffra som tidigare för att blåsa upp flaskorna, så skulle gå det åt runt 3,5 MJ per flaska. Det är värt att notera att sambandet mellan mängd förpackningsmaterial och inneslutande volym inte är linjärt. Detta betyder att det behövs mindre material per ökande volym dryck i en större förpackning (Amienyo et al. 2012).

## Glasflaskor

Råmaterialet för att göra glas är sand, kalcinerad soda och culett. Dessa smälts med hjälp av gasvärmning och värms upp till en 1590 °C het massa. Massan flyter sen till en ässja där den får svalna till 1100 °C innan den transporteras vidare till en presstempel som trycker ut och formar den till en lång stav (Auer et al. 2017). Produktionen fortsätter med att en bit glasmasa klipps av från denna stav och transporteras vidare ner i en form där den med tryckluft pressas ner i det som ska forma botten, flaskhals och öppning på flaskan. Mer tryckluft blåses in genom öppningen för att få formen av flaskan. Flaskan tas sedan ut, och vänds samtidigt som den värms upp igen, innan den placeras i annan form där. I denna form blåses den upp med mer varm tryckluft för att få sin slutliga form (Auer et al. 2017, Eurotherm 2017). Mängden energi för att producera ett ton färdiga glasflaskor beräknas vara 6,5–9,0 GJ per ton glasflaskor, vilket motsvarar 6,5–9,0 MJ per kilo glasflaskor. 75 % av den energi som går åt för att göra en glasflaska används till att smälta råmaterialet. Merparten av den resterande mängden energi används för andra uppvärmnings- eller nedkylningsprocesser i tillverkningen (Larsen et al. 2009). Om en glasflaska väger cirka 300 gram skulle det innebära att det går åt 21–30 MJ energi för att producera en flaska.

## Pappersförpackningar

I Sverige används mycket vattenkraft för att producera papper. Pappersproduktionen i Sverige har en mindre inverkan på miljön än den har i ett land där fossila bränslen används som huvudsakliga energikälla (Arena et al. 2004, Villanueva and Wenzel 2007). Dock blir pappersbruk runt om i världen allt mer självförsörjande med energi. Antingen genom vattenkraftverk i anslutning till fabriken eller genom att energiåtervinna resterna från den egna tillverkningen (Mourad et al. 2014).

Tetra Pak, som tillverkar papperförpackningar för många olika företag runt om i världen, producerar sina förpackningar främst av kartong och en del plastfilm för att skydda kartongen från vätskan. Kartongen kommer till fabriken på stora rullar där pappret sedan lamineras med plastfilmen på båda sidor innan dekoren trycks. Pappret levereras på mindre rullar till kunderna

som använder materialet på rullarna för att göra sina förpackningar innan de fylls och skickas till affärerna. Ska det vara något med lång hållbarhet i förpackningarna så används något som kallas aseptiska lösningar, det vill säga förpackningen får ett tunt lager av aluminiumfilm för att den bättre ska bevara innehållet. Utöver att man tillför aluminiumfilm så steriliseras också både maskiner, innehåll och förpackning innan fyllning (Tetra Pak 2017).

Det finns tre sätt att göra pappersmassa på, kemiskt, mekaniskt eller från återvunnet material. I den kemiska processen kokas trämassa med kemikalier innan lignin separeras bort och det blir till pappersmassan. Den mekaniska processen innebär att trä mals ner mekaniskt och ligninet kan tas bort. Beroende på vilken metod man använder tar denna process 4 – 13 GJ energi per ton pappersmassa, det vill säga 4 – 13 MJ per kilo. Det tredje sättet att tillverka pappersmassa på är att använd återvunnet papper. Detta renas från tryckbläck och andra orenheter. Efter reningen så formas och pressas massan för att minska dess mängd av vatten. Allt vatten kan inte pressas ut utan pappret måste även torkas innan det är färdigt att använda. Torkningen är den del i processen som tar mest energi i tillverkningen (Fleiter et al. 2012). Under förutsättningen att man kan använda all pappersmassa utan spill, och att en 1-liters förpackning väger runt 40 g, skulle det kunna tillverkas 25 000 förpackningar av ett ton pappersmassa. Vilket då skulle motsvara 0,16–0,52 MJ per förpackningen. Detta antagande är inte perfekt då det kommer att förekomma en del spill när förpackningar stansas vid produktionen av förpackningen.



## Transport

Alla förpackningar transporteras någon gång under sin livscykel. Råmaterial transporteras till fabriken som gör produkten, mellan fabriken och affären, mellan affären och hemmet, mellan hemmet och återvinningscentralen, mellan återvinningscentralen och fjärrvärmeverket eller åter till fabriken. Transporten mellan fabriker och affärer är den mest effektiva eftersom man lastar bilar så tätt och så mycket som möjligt. Det sker alltså en hel del transport av varor fram och tillbaka men totalt hur stor del av en förpacknings hela energiåtgång innebär transporten? På grund av att lastbilar kan förbruka olika mängder diesel, används ett genomsnitt på 3 liter diesel per mil (Andersson 2017).

## Plast

Transport av plast är enligt Trafikanalys kvartalsrapporterna grupperad tillsammans med andra saker också så som kemikalier, medicin, handelsgödsel och kärnbränsle. Tabell 1 innehåller information om hela gruppen, men hur stor del av gruppen som är plast eller plastförpackningar är som nämnts okänt. Utifrån Tabell 1, om totala mängden används, fås att den genomsnittliga körsträckan för transport var 148 km och den genomsnittliga massan var 21 ton.

*Tabell 1: Transportstatistik om gruppen "Kemikalier, plast, medicin, handelsgödsel, kärnbränsle" med 95% konfident intervall. Information tillhandhållen av Sara Berntsson (Berntsson 2017).*

| Kvartal | Antal transporter med last 1000-tal |          | Körda km med last 1000-tal |          | Godsmängd 1000-tal ton |          |
|---------|-------------------------------------|----------|----------------------------|----------|------------------------|----------|
|         | Totalt                              | 95% K.I. | Total                      | 95% K.I. | Totalt                 | 95% K.I. |
| 1       | 76                                  | 28       | 13 962                     | 5 361    | 1 758                  | 683      |
| 2       | 127                                 | 65       | 15 879                     | 6 325    | 3 032                  | 1 848    |
| 3       | 129                                 | 80       | 21 325                     | 9 782    | 2 405                  | 1 546    |
| 4       | 110                                 | 54       | 14 014                     | 6 905    | 1 889                  | 881      |

Eftersom transportgruppen innehåller mer än plastförpackningar, och exakta mängden är okänd, redovisas förbrukningen för 100%, 40%, 30%, 20%, 10%, 5% och 1% i tabell 2. PET-flaskor finns i olika storlekar och beroende på storlek kan det transporteras 60 000 till 120 000 flaskor per lastbil (Riis 2012). I tabell 2 räknas det med det lägre antalet.



Tabell 2: Beräknad energiförbrukning vid transport i gruppen ”Kemikalier, plast, medicin, handelsgödsel, kärnbränsle”, beräknat vid antagna procenthalter plastförpackningar i gruppen. Beräknad utifrån Sara Berntssons information (Berntsson 2017).

| Plasthalt (%) | Energiförbrukning (MJ) | Energiförbrukning per förpackning (MJ) |
|---------------|------------------------|--|
| 100           | 1600                   | 0,03                                   |
| 40            | 640                    | 0,01                                   |
| 30            | 480                    | 0,08                                   |
| 20            | 320                    | 0,005                                  |
| 10            | 160                    | 0,003                                  |
| 5             | 78                     | 0,001                                  |
| 1             | 15                     | 0,0003                                 |

## Glas

Glas tillhör gruppen ”Glas, glasvaror och keramiska produkter”. Denna grupp innehåller förutom glasförpackningar även övriga glasvaror och keramiska produkter. Tabell 3 visar transportstatistiken för denna grupp. Om totala mängden utifrån denna tabell används så fås den genomsnittliga körsträckan för en transport till 87 km och den genomsnittliga massan till 9 ton.

Tabell 3: Transportstatistik för gruppen ” Glas, glasvaror och keramiska produkter” med 95% K.I. Information tillhandhållen av Sara Berntsson (Berntsson 2017).

| Kvartal | Antal transporter med last 1000-tal |          | Körda km med last 1000-tal |          | Godsmängd 1000-tal ton |          |
|---------|-------------------------------------|----------|----------------------------|----------|------------------------|----------|
|         | Totalt                              | 95% K.I. | Total                      | 95% K.I. | Totalt                 | 95% K.I. |
| 1       | 22                                  | 25       | 3 645                      | 4 814    | 338                    | 353      |
| 2       | 8                                   | 8        | 945                        | 903      | 55                     | 65       |
| 3       | 2                                   | 2        | 167                        | 261      | 8                      | 10       |
| 4       | 46                                  | 62       | 1 948                      | 1 742    | 304                    | 322      |

Transporternas förbrukning av energi utifrån ovanstående data blir 940 MJ. Används massan av en glasflaska; 300 g (se ovan), innebär det att en lastbil kan transportera 30 000 flaskor med en energiförbrukning per flaska på 0,03 MJ.

## Papper

Enligt litteraturen är energiåtgången för transport av papper liten, runt 0,4 %, av den totala mängden energi för att göra en pappersförpackning. (Villanueva and Wenzel 2007). I rapporten från Sara Berntsson är papper indelat i två grupper, den ena är ”pappersmassa” och den andra är ”papper, papp och varor därav”. Den andra gruppen innehåller mer än bara förpackningar, så som kartonger och lådor. Tabell 4 redovisar statistiken för dessa två olika grupper men de kommer

främst att diskuteras som en grupp hädanefter. Utifrån tabell 4, återigen används det totala värdet, fås att en genomsnittlig körning var 132 km lång och hade en last som vägde 24 ton.

Tabell 4: Transportstatistik över grupperna ”pappersmassa” och ”Papper, papp och varor därav” med 95% konfident intervall. Information tillhandhållen av Sara Berntsson (Berntsson 2017).

| Grupp                        | Kvartal | Antal transporter med last 1000-tal |          | Körda km med last 1000-tal |          | Godsmängd 1000-tal ton |          |
|------------------------------|---------|-------------------------------------|----------|----------------------------|----------|------------------------|----------|
|                              |         | Totalt                              | 95% K.I. | Total                      | 95% K.I. | Totalt                 | 95% K.I. |
| Pappersmassa                 | 1       | 13                                  | 16       | 2 544                      | 2 564    | 484                    | 596      |
|                              | 2       | 4                                   | 4        | 1 373                      | 1 756    | 151                    | 125      |
|                              | 3       | 4                                   | 3        | 1 210                      | 1 303    | 100                    | 88       |
|                              | 4       | 29                                  | 35       | 3 984                      | 4 370    | 1 041                  | 1 292    |
| Papper, papp och varor därav | 1       | 35                                  | 22       | 5 293                      | 2 807    | 895                    | 608      |
|                              | 2       | 71                                  | 41       | 7 462                      | 4 072    | 1 262                  | 950      |
|                              | 3       | 56                                  | 35       | 12 694                     | 9 818    | 827                    | 660      |
|                              | 4       | 139                                 | 123      | 11 747                     | 5 083    | 3 715                  | 4 323    |

Används siffrorna ovan för energiförbrukning och transportlängd, fås att en genomsnittlig transport använder 1420 MJ. Slås detta ut per transporterad förpackning, 138 000 (Andersson 2017), fås att förbrukningen blir 0,01 MJ per förpackning.



## Avfallshantering

Avfallshierarki, eller vardagligt avfallstrappan, är olika steg för att se hur och hur bra avfallshantering hanteras. Hierarkin är från bäst till sämst; minimera, återanvända, materialåtervinna, energiåtervinna och slutligen deponera. Stegen är till för att minimera risken för negativa effekter från avfall. Det är bättre att återanvända än att materialåtervinna. Om vi återanvänder behöver vi inte använda ny energi för att bryta ner materialet för att kunna göra samma sak igen (Naturvårdsverket 2016). 2015 tillkom cirka 1 099 657 ton förpackningar av olika slag på den svenska marknaden. Av detta var cirka 202 396 ton glasförpackningar, 206 126 ton plastförpackningar och 530 667 ton förpackningar var av papper, kartong eller wellpapp. Mängden plastförpackningar inkluderar cirka 24 817 ton PET-flaskor. PET-flaskor var den enda typen av förpackning som inte uppnådde återvinningsmålet som fanns för respektive förpackningssort (Allerup and Fråne 2016). Återvinningsgraden och målen finns redovisade i tabell 5.

*Tabell 5: Hur mycket material som återvanns och målen för materialåtervinning av förpackningar i olika material. Observera att här anses även återanvändning som materialåtervinning. Källa: (Allerup and Fråne 2016)*

| Förpackningsmaterial           | Återvinningsgrad (%) | Återvinningsmål (%) |
|--------------------------------|----------------------|---------------------|
| Glas                           | 94                   | 70                  |
| Plast                          | 45                   | 30                  |
| PET-flaskor                    | 83                   | 90                  |
| Papper, kartong eller wellpapp | 82                   | 65                  |
| Metall                         | 71                   | 70                  |

## Återvinning av plastförpackningar

Om plasten är ren och bara innehåller en typ av plast så kan den återvunna plasten helt ersätta nyttillverkad plast. Är det en blandning av flera olika typer av plast så har plasten en lägre hållbarhet, är mindre genomskinlig och kan ha blandad färg. I detta fall så materialåtervinnns plasten till föremål som inte kommer i kontakt med livsmedel och som har mindre krav på renlighet; till exempel utemöbler och staket. Materialåtervinningen i detta fall ersätter inte ny plast utan istället andra material så som trä eller metall (Astrup et al. 2009). Som regel finns det inget större behov av att återvinna plast, bortsett från PET. Återvinnns det så är det oftast som något med mindre krav på renlighet, till exempel från en förpackning till en transportlåda eller liknade. Detta är speciellt vanligt med LDPE- och HDPE-föremål vilka brukar återvinnas från förpackningar. Metoder som används för att återvinna plast är: mekanisk materialåteranvändning (till exempel sortering och pantning), förbränning med energiåtervinning (omvandla plasten till gas eller kombinera den med något annat och sen använda som energikälla) eller energiåtervinning (använda pellets av plast som bränsle). Av dessa tre metoder är den första det bästa alternativet, det

minskar mest volymen av utsläppt CO<sub>2</sub> och sparar mest energi. Att energiåtervinna genom att omvandla plasten till pellets är det näst bästa alternativet då det krävs mindre energi att omvandla plast till pellets än till gas. Detta innebär att mängden energi som fås genom återvinningen är större än den om plasten skulle ha omvandlas till gas (Delgado et al. 2007).

Effektiviteten på energiåtervinning av plast beror mycket på vilken teknologi och metod som är tillgänglig på platsen där återvinningen ska ske. Även sorteringen av avfallet som förbränns är viktigt. Generellt gäller att nyare och större förbränningsanläggningar är effektivare än vad små och äldre anläggningar är. Eftersom plast är en produkt från fossila bränslen har förbränningen en större negativ miljöpåverkan än förbränningen av förnyelsebara material eller användandet av förnyelsebara energikällor (Fruergaard et al. 2009). Omvandlas insamlat plast till pellets, vilket kräver lite energi, så kan pelletsen sedan användas för att driva och få ut energi genom förbränning. Detta i sin tur producerar mer energi än det krävs för att göra om plasten till pellets och en stor andel av energin som finns i plasten kan användas (Astrup et al. 2009).

Att återanvända en PET-flaska tar förhållandevis lite energi jämfört med hur mycket energi som används för att göra flaskan och det som finns lagrat i den. Motsvarande 0,34 % av energin som finns i flaskan går åt för att rengöra, fylla, försegla och sätta en ny etikett på flaskan (Auer et al. 2017).

## Återvinning av glasförpackningar

Glas är lite speciellt när det gäller återvinning, det går inte att bränna upp, bryts inte ner på deponier eller återvinna energi från. Enda alternativet för glasåtervinning är materialåtervinning eller återanvändning. Glas omhändertags och återvinns huvudsakligen på två olika sätt: antingen nersmältning av glaset eller så tvätt, påfyllning och återförsäljning; så kallad bottle-to-bottle. Det vanligaste sättet är nersmältning. Ur energisynpunkt är metoden med tvätt, påfyllning och återförsäljning att föredra för flaskor. Flaskor som återvinns på det här sättet genomgår två steg, sortering och tvättning. Sorteringen sker med avseende på form och färg. Flaskor som inte passar in kan krossas och återvinnas med den första metoden. När glasflaskor smälts ner påverkas inte kvaliteten, oavsett hur många gånger glaset återvinns. Orenheter eller olika glasmaterial i nersmältningsprocessen kan ge upphov till färgskiftningar eller sprickbildningar i de nya flaskorna. Under återvinningsprocessen så förångas en del av glasmassan, cirka 20%, vilket gör att glas inte kan återvinnas i oändlighet. En viss produktion av nytt glas krävs trots materialåtervinningen av glasförpackningar (Larsen, 2009; Svensk Glasåtervinning, 2017).

I Sverige återvinns mycket av det glas som tillförs marknaden. De senaste åren har vi återvunnit betydligt mer än målet (70% av förpackningarna), 2013, 2014 och 2015 återvanns 89%, 95%

respektive 94% av alla glasförpackningar som kom till marknaden (Allerup and Fråne 2016). Det finns enbart en anläggning i Sverige som återvinner glas. Den ligger i Hammar i Närke och som varje dag tar emot 700 ton glas. Glaset samlas först in på olika lokala insamlingsplatser runt om i landet. Det fraktas sedan till ett mellanlager varefter det transporteras via så kallade returtransporter till Hammar. En returtransport är när en lastbil har lämnat en last någon annanstans och lastar något att ta med tillbaka till ursprungsplatsen eller ett ställe på vägen. Detta minimerar mängden tomkörningar är därför fördelaktigt ur miljöperspektiv (Svensk Glasåtervinning 2017). Transportsträckan från Lund till Hammar är cirka 431 km.

Anläggningen i Hammar sorterar bort annat skräp, så som metallbitar, keramik och sten, för att sedan sortera glaset efter färg. Beroende på vad som ska göras med glaset efter kross, krossas det till olika storlekar och transporteras ut till glasbruken för att bli en ny produkt. Det krossade glaset kan antingen bli en ny glasförpackning, vilket 60% av det återvunna glaset blir, glasull eller skumglas, 30% respektive 10% av glaset. Skumglas används som förstärkningsmaterial i hus och andra konstruktioner (Svensk Glasåtervinning 2017). Metoden ”bottle-to-bottle” kan signifikant minska utsläppen då en ny flaska inte behöver tillverkas. Genom att återanvända flaskan en gång skulle det minska utsläppen med cirka 40% jämfört med att göra två nya flaskor. Vidare återanvändning skulle kunna minska utsläppen ytterligare men den första återanvändningen är ändå den mest signifikanta eftersom vinsten succesivt planas ut efter åtta återanvändningar. Detta för att en allt viktigare del av processen blir transport och rengöring av flaskorna (Amienyo et al. 2012). Mängden energi som skulle kunna sparas på att återvinna glasflaskor på detta sätt skulle vara 1,144 MJ per kg glasskräp. Energibesparing skulle bero på en minskad uppvärmning av glasmassan och på mindre maskinarbete (Larsen et al. 2009).

## Återvinning av pappersförpackningar

Separation av papper, beroende på kvalitet och användningsområde, görs för en smidigare återvinning av fibrerna i pappret. Efter sorteringen trycks pappret ihop till balar som sedan transporteras till återvinningsbruket. Eftersom källsorteringen inte alltid är perfekt sorteras pappret ytterligare innan det sönderdelas till fiber. På bruket kan två olika metoder att återvinna pappret till ny pappersmassa användas. Båda metoderna innebär att pappret tvättas och behandlas med kemikalier. I den första metoden används de mer välsorterade delarna som blandas med ny pappersmassa för att sedan bli papper av en högre kvalitet. Resterande papper görs till en egen massa som blir ett papper med varierande längd på fibrerna och lägre hållbarhet än det välsorterade pappret (Arena et al. 2004).

Beroende på vilken av metoderna som väljs, samt vilket papper som återvinns, kartong eller skrivpapper, kommer effektiviteten och fördelarna att vara olika. Därför är det viktigt att överväga effekterna av både produktion av nytt papper, återvinning samt alternativa metoder, till exempel förbränning. Hur mycket energi kräver själva återvinningsprocessen? Ska pappret materialåtervinnas? Sådana frågor är i stor grad beroende på vilken produkt som återvinns och hur kvaliteten på det pappret är (Arena et al. 2004). En ungefärlig besparing för tillverkning av 1 ton papper av återvunnet papper är cirka 33% mer än för tillverkningen av 1 ton nytt papper (Kinsella 2012). Eftersom papper har ungefär samma energivärde som det träslag det kommer ifrån så kan detta energivärde återfås vid förbränning i form av antingen elektricitet eller värme. När papper återvinns blir fibrerna som håller det samman kortare för varje gång de återvinns. Efter normalt sätt sex till sju gånger är de för korta för att kunna hålla samman pappret. Då behövs det tillsättas helt nytt papper för att fibrerna ska kunna hålla ihop pappret. På grund av detta behövs det alltså en viss nyproduktion av papper. Slitaget av fibrerna gör också att kvaliteten på pappret sjunker för varje gång det återvinns, såvida inte nytt papper tillförs. Ur ett miljöperspektiv är det mer fördelaktigt att återvinna papp flera gånger och tillsätta nytt papper efter behov, jämfört med hela tiden producera nytt papper och i slutändan bränna det för energi (Villanueva and Wenzel 2007). Som nämnt ovan beror de faktiska fördelarna av att material- eller energiåtervinna på själva processen samt hur effektiv denna är.

## Diskussion

Papper är det material som kräver minst energi i produktion- och transportsteget. Plast är det bästa materialet att återvinna. Glas är det material som använder mest energi totalt och är inte ett bra material i någon av de studerade kategorierna, produktion, transport och återvinning.

### Produktion

Utifrån resultatet ovan dras följande slutsatser: av de olika material som undersökts så är det plasten som kräver mest energi att tillverka utifrån råvara per viktenhet. Detta är inte så konstigt eftersom det ingår fler steg i plasttillverkningen- än papperstillverkningsprocessen; plast från olja, papper från träd och glas från sand. Ser man till hur stor energikostnaden för en flaska är så är plast bättre än glas men sämre än papper. Glas är det material som gör tyngst flaskor och det bidrar till att det går åt mycket energi i tillverkningen av glasförpackningar. Skulle glasflaskorna väga en tiondel av vad de gör idag, det vill säga ungefär lika med plast och pappersförpackningar, så skulle energikostnaden för en glasflaska vara lägre än den för en plastflaska men dock fortfarande mer än den för pappersförpackningar. Pappersförpackningar har den lägsta energikostnaden av de material som har undersökts i detta arbete. En möjlig orsak till det kan vara att papperstillverkning har funnits länge och att det finns enklare och effektivare metoder för denna process än det finns för plast och glas, som är båda nyare material (Britannica Academic 2017).

Det behövs energi för att tillverka olika typer av förpackningar och i det sammanhanget är det viktigt med energieffektiva metoder och maskiner som kan bidra till att minska den totala energianvändningen (Fleiter et al. 2012, Auer et al. 2017). Vinsten som görs på detta kommer naturligtvis att bero på hur effektiva och bra metoder och maskiner som redan används. Att byta ut en gammal maskin, för att det finns en nyare som är effektivare, är vare sig miljövänligt eller ekonomiskt försvarbart. Om nya metoder kan tas fram och användas för att tillverka plast och glas så är det möjligt att energiförbrukningen skulle kunna komma att minska till mindre än den energi det krävs för att göra papper.

### Transport

Per förpackning sett så har alla de tre undersökta materialen liten inverkan i transportledet. Plast är det material med störst energiförbrukning i detta steg, fram tills att 10% av hela gruppen var dryckesförpackning i plast (se Tabell 2.) men även då var den som högst 8% av energin i produktionssteget. Glasflaskor var det material som procentuellt sett krävde mest energi att transportera. Energin att transportera hela denna grupp motsvarade energin att transportera 10% av plastgruppen eller runt 0,001% av energin att tillverka en flaska (Tabell 2. & Tabell 3).



Pappersförpackningarnas energiförbrukning motsvarade ungefär att transportera 3% av plastgruppen (Tabell 2. & Tabell 4) eller 2% till 6% av produktions förbrukningen vilket är något högre än vad litteraturen visade, vilket är 0,4% (Villanueva and Wenzel 2007). Det är dock för hela processen och här jämförs enbart produktion och transport.

Informationen från Sara Berntsson innehåller vissa osäkerheter kring innehållet i grupperingarna vilket gör det svårt att veta exakt hur mycket av hela gruppen som är intressant för detta arbete. Detta problem är störst med plastgruppen men gäller även till viss del glasgruppen. Detta var inget större problem då energiförbrukningen visade sig vara liten i transportsteget, men det gör ändå att ingen ordentlig jämförelse kan göras eftersom den exakta andelen är okänd. Grupperna med papper har också ett problem, pappersmassa transporteras ytterst sällan, om någonsin, då pappersmassan oftast blir pressad till papper direkt (Fleiter et al. 2012). En möjlig förklaring kan vara att ”pappersmassa” som Trafikanalys räknar med inte använder samma definition som används när man tillverkar papper. En annan möjlig ”pappersmassa” är papper som ska återvinnas och transporteras som hoptryckta balar med blandat papper.

I Sverige är lastbilar det vanligaste sättet att transportera varor på. Detta beror troligen på att Sverige har ett väl utvecklat vägnätverk som gör det möjligt att köra lastbilar i princip i hela landet. Andra transportsätt som flyg, tåg eller båt är beroende av andra mer begränsande typer av infrastruktur. Oftast behövs dessutom ytterligare transportmedel från dessa anläggningar och då används ofta just lastbilar. Lastbilar är dessutom det enda transportsätt som kan leverera varor från valfritt ställe till ett annat valfritt ställe utan att varorna måste lastas om. Under rådande förutsättningar verkar fördelningen av hur mycket som transporteras med de olika transportsätten vara väl avpassade och om inte förutsättningarna kommer att förändras kommer lastbilar att fortsätta vara det dominerande transportsättet för gods inom Sverige (Trafikanalys 2012).

## Avfallshantering

Om plast är väl sorterad så lämpar den sig utmärkt för materialåtervinning eftersom det går att återvinna plast på ett sådant sätt att det inte behövs ny plast i produkten. Skulle plasten inte vara väl sorterad kan den istället materialåtervinnas till något som har mindre krav på renhet. Materialåtervunnen plast kan få många ”liv” innan den, förhoppningsvis, blir energiåtervunnen istället. Om vi människor ändå ska hålla på att bränna fossila bränslen så förlorar vi inte så mycket energi på att först tillverka plastprodukter av olja (Astrup et al. 2009). Detta skapar dock ett annat problem, en tidsförskjutning i potentiella utsläpp. Olja måste först göras om till plast och därefter till en produkt som konsumenterna köper, använder och slänger. Väl slängd så transporteras plastprodukten till en anläggning som bränner den och detta kommer att ta betydligt längre tid än att pumpa olja, raffinera till bränsle och använda bränslet.

Glas kan återvinnas ur ett energiperspektiv eftersom det sparar energi jämfört med att göra nytt glas. Dessutom sjunker inte kvaliteten på glas (Amienyo et al. 2012). Välsorterat glas går att använda för att tillverka livsmedelsförpackningar. Osorterat glas kan inte användas för detta ändamål eftersom livsmedelsförpackningar har krav på både renlighet och känt ingångsmaterial. Osorterat glas uppfyller alltså ingetdera av de två kraven. Osorterat glas kan istället användas för att göra glasull och skumglas, två material som är mindre beroende av att ingångsmaterialet är mer enhetligt (Svensk Glasåtervinning 2017). Detta blir då ett sätt att materialåtervinna istället för att deponera.

Eftersom det bara finns ett glasbruk i Sverige som återvinner glas måste allt glas transporteras dit. Detta innebär alltså oftast en relativt lång transportsträcka för glas. Denna sträcka hade kunnat minskas om det byggs fler små bruk istället. De insparade utsläppen kanske leder till en större total energianvändning, eftersom små anläggningar oftast inte är lika effektiva i energianvändning. Det är en fråga för framtida forskning.

Papper är sämre för materialåtervinning än plast eller glas. Detta på grund av att fibrerna i pappret blir kortare för varje gång det återvinns. Papper har dock den fördelen att återvinningsprocessen är väldigt enkel och kan också kombineras med nyttillverkning av papper för att kunna köras i samma maskiner. Till viss del är det möjligt att nedgradera pappret på liknande sätt som man gör med plast till en lägre kvalitet vilken lämpar sig bättre för en annan typ av ändamål; exempelvis en blandning av papperssorter som kan bli till kartong istället för till exempel anteckningspapper vilket kräver papper av högre kvalitet.

Naturvårdsverket (Allerup and Fråne 2016) redovisade en möjlig orsak som kan ha bidragit till att målet för PET-flaskor inte nåddes. De menade att stora PET-flaskor pantades medan små lättare hamnade i de vanliga soparna och att de små flaskorna på så sätt inte återvinns på rätt sätt. Detta gäller troligen även alla andra typer av förpackningar. En del förpackningar återvinns inte alls inom systemet utan används i hemmet istället. Exempel på detta är plastflaskor att ta med sig dricka i, glasburkar som blir förvaring för skruvar och andra små saker eller pappersförpackningar som används till pyssel. Detta är troligen ingen stor andel men kan ändå vara en bidragande orsak till varför inte allt återvinns. En annan trolig orsak till bristande återvinning är att förpackningarna slängs fel och därför inte återvinnas på det mest lämpade sättet inom de existerande systemen.

## Övergripande diskussion

Ur ett energiperspektiv, enligt min undersökning, är plast eller papper de bästa materialen att göra förpackningar av just nu. För att tillverka plast krävs mer energi men den är samtidigt enklare att både material- och energiåtervinna. Papper kräver mindre energi att producera en förpackning av,

men har betydligt mer begränsade möjligheter att materialåtervinna, beroende på att fibrerna inte håller och pappret har lägre energivärde i återvinning än plasten. När glas blir otjänligt, vilket tar lång tid, så deponeras det och den energi som går åt för att producera flaskan är därför inte möjlig att få tillbaka. Vi saknar dessutom en metod för att energiåtervinna glas. Flaskorna går däremot relativt enkelt att återanvända men detta görs inte i någon större utsträckning.

Två saker som är viktiga när val av förpackningsmaterial görs är:

- 1) det finns andra perspektiv att ta hänsyn till, till exempel utsläpp från fabriker och samhällsfaktorer,
- 2) det är möjligt att det kommer nya material som kommer att vara bättre att använda i framtiden, exempel på ett sådant material kan vara nanocellulosa (SVT Nyheter 2013).

I en studie som utfördes i Sverige 2009 fann man att människor var mer benägna att återvinna korrekt om de själva var ansvariga för återvinningen. I samma studie fann man också att en starkt pådrivande faktor för att återvinna var huruvida andra i ens närhet också gjorde det. Svenska medborgare var mer benägna att återvinna glas och metall än plast och papper (Hage 2009) att jämföra med mer aktuella siffror, se tabell 5. Dessa faktorer är exempel på samhällsfaktorer som kan vara viktiga att ha i åtanke vid val av förpackning.

Eftersom det är oklart vilka material som kommer finnas om några årtionden, kan inte några slutsatser dras om vilka som mest kommer användas. Som exempel kan nämnas att det för trettio år sedan inte var lönsamt att tillverka nanocellulosa eftersom produktionen kräver för mycket energi. Idag finns det en pilotfabrik för att tillverka just nanocellulosa (SVT Nyheter 2013).

Vem vet vilka material som kommer att finnas i framtiden? Vem vet vilka typer av tillverkningsprocesser som kommer att förbättras? När man vet svaren på de frågorna kan man lättare bedöma framtida materials potentiella kostnader respektive miljöanpassning.

Vilket material som kommer att användas mest, plast eller papper, kommer att bero på hur dessa materials andra miljöeffekter. Det material som först befrias från sina allvarligaste miljöeffekter kommer troligen att bli det material som kommer att användas för tillverkning av förpackningar. Alternativt skulle det kunna komma att bli någon framtida variant av samma material.

## Slutsatser

Det verkar vara så att produktionssteget är den del som tar mest energi i tillverkningen av förpackningar, oberoende av material. Konsekvensen av detta blir därför att effektiva och energisnåla maskiner i stor utsträckning kan bidra till att minska den totala mängden använd energi. Även om vi transporterar mycket varor, fram och tillbaka inom och utanför landet så är det fortfarande själva produktionen som är det mest energikrävande per förpackning.

Återvinning begränsar mängden energi som behövs för att göra en ny förpackning. Det sparar även mängden råmaterial som behövs i produktionen. Det är möjligt att göra detta med nuvarande materialåtervinningsmetoder eller andra energiåtervinningsmetoder. Vinsten blir att vi begränsar energin för att nyproducera materialet alternativt gör det möjligt att tillvarata energin ifrån materialet när det blir otjänligt. I båda dessa fall är det viktigt med moderna anläggningar för att få de största fördelarna med återvinning.

För att minska miljöpåverkan av förpackningar kan producenter ifrågasätta vilket material som används och i vilken omfattning. I konsumentledet är det viktigt att återvinna förpackningarna och sortera rätt.



## Tackord

Tack till Arvid Boline, för kommentarer på arbetet och idéplank för arbetet. Alf Jensen, Ted Stolt och Björn Palm från A.Schulman för möjligheten att skriva detta arbete, det har varit lärorikt och intressant. Slutligen tack till er som läst igenom och rättat arbetet, för att ni stod ut med min grammatik och stavning och kom med förslag på förbättringar.



# Referenser

## Källor

Allerup, J. and. Fråne A (2016). Sveriges återvinning av förpackningar och tidningar: Uppföljning av producentansvar för förpackningar och tidningar 2015, Naturvårdsverket.

Amienyo, D., Gujba H., Stichnothe H. and Azapagic A. (2012). "Life cycle environmental impacts of carbonated soft drinks." *The International Journal of Life Cycle Assessment* 18(1): 77-92.

Andersson, T. (Personlig kommunikation) (2017). Förpacknings information. F. Andersson.

Arena, U., Mastellone M. L., Perugini F. and Clift R. (2004). "Environmental assessment of paper waste management options by means of LCA methodology." *Industrial & Engineering Chemistry Research* 43(18): 5702-5714.

Astrup, T., Fruergaard T. and Christensen T. H. (2009). "Recycling of plastic: accounting of greenhouse gases and global warming contributions." *Waste Management & Research* 27(8): 763-772.

Auer, J., Bey N. and Schafer J. M. (2017). "Combined Life Cycle Assessment and Life Cycle Costing in the Eco-Care-Matrix: A case study on the performance of a modernized manufacturing system for glass containers." *Journal of Cleaner Production* 141: 99-109.

Berntsson, S. (2017). LBU Kvartalsrapport Tabel 3 2015, Trafikanalys.

Britannica Academic. (2017). "papermaking -- Britannica Academic." Retrieved 05-02, 2017, from <http://academic.eb.com.ludwig.lub.lu.se/levels/collegiate/article/papermaking/108527>.

Dalgado, C., Barruetaña L. and Salas O. (2007). Assessment of environmental advantages and drawbacks of existing and emerging polymers recovery processes. European Commission. Spain: 286.

Eurotherm. (2017). "Container Glass Forming Process." Retrieved 04-12, 2017, from <http://www.eurotherm.co.uk/industries/glass/container-glass>.

Farla, J., Blok K. and Schipper L. (1997). "Energy efficiency developments in the pulp and paper industry - A cross-country comparison using physical production data." *Energy Policy* 25(7-9): 745-758.

Fleiter, T., Fehrenbach D., Worrell E and Eichhammer W. (2012). "Energy efficiency in the German pulp and paper industry - A model-based assessment of saving potentials." *Energy* 40(1): 84-99.



Franklin Associates (2011). Cradle to Gate Life Cycle Inventory of Nine Plastics Resins and Four Polyurethane Precursors Report, Eastern Research Group INC: 198.

Fruergaard, T., Astrup T. and Ekvall T. (2009). "Energy use and recovery in waste management and implications for accounting of greenhouse gases and global warming contributions." *Waste Management & Research* 27(8): 724-737.

Gleick, P. H. and Cooley H. S. (2009). "Energy implications of bottled water." *Environmental Research Letters* 4(1): 014009.

Hage, O., Soderholm P. and Berglund C. (2009). "Norms and economic motivation in household recycling: Empirical evidence from Sweden." *Resources Conservation and Recycling* 53(3): 155-165.

Hooren, C. v. (2010). del 3 hur plastavfall tillverkas, Innovations- och kemiindustrierna i Sverige.

Kinsella, S. (2012). Paperwork: Comparing Recycled to Virgin Paper Why Recycled Content is Crucial for Printing & Writing Paper. RePaperProject. Conservatree.

Larsen, A. W., Merrild H. and Christensen T. H. (2009). "Recycling of glass: accounting of greenhouse gases and global warming contributions." *Waste Management & Research* 27(8): 754-762.

Lundberg, L. (2016). Sanning och myter om plast, Innovations- och kemiindustrierna i Sverige.

Mourad, A. L., da Silva H. L. G. and Nogueira J. C. B. (2014). "Life cycle assessment of cellulose packaging materials production: folding box board and kraftliner paper." *International Journal of Life Cycle Assessment* 19(4): 968-976.

Naturvårdsverket. (2016, 2016-12-16). "Lagar och regler om avfall - Naturvårdsverket." from <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Avfall/Lagar-och-regler-om-avfall/>.

Riis, L. (2012). AB Kulleborn & Stenström - Miljödeklaration för flaskor och burkar av PET. Ullared: 1.

Svensk Glasåtervinning. (2017). "Så funkar det - Svensk Glasåtervinning." Retrieved 04-18, 2017, from <https://www.glasatervinning.se/sa-funkar-glasatervinning/sa-funkar-det/>.

SVTNyheter (2013). Papper starkare än stål ska rädda industrin. SVT, SVT: Inrikes.

Tetra Pak. (2017). "Tetra Pak process- och förpackningslösningar för livsmedel och drycker." Retrieved 04-25, 2017, from <http://www.tetrapak.com:80/se>.

Trafikanalys (2012). Rapport 2012-7-godstransporter i Sverige. Trafikanalys. Stockholm: 120.

Villanueva, A. and Wenzel H. (2007). "Paper waste – Recycling, incineration or landfilling? A review of existing life cycle assessments." *Waste Management* 27(8): S29-S46.



## Bilaga

Ord som används för att söka litteraturen som används i detta arbete med motivering till varför ordet användes.

Board – förkortning av cardboard, se “paper”

Bottle – för att hitta artiklar om glasflaskor

Cardborad – se “paper”

CCB – en typ av kartong som, se “paper”

Cellulose – Information angående nanocellulosa

CO<sub>2</sub> emission reduction – CO<sub>2</sub> utsläpp ofta kopplade med energi åtgång

Container\* - förpackning, största delen av arbete

Energy cost – hitta artiklar med energi förbrukning

Energy recovery – Energi från återvinning och se “energy cost”

Energy use - se “energy cost”

Energy utilization – se “energy cost”

Glass – ett av materialen som undersöktes

Glass-making process – hitta beskrivning

Greenhouse gases – se “CO<sub>2</sub> emission reduction”

Incineration – återvinnings process

Individual section machine – maskin som används för att tillverka glasflaskor, se “glass”

IS machine – förkortning av individual section machine, se “Individual section machine”

LCA – Förkortning av “Life Cycle Assessment”, se “Life Cycle Assessment”

Life Cycle Assessment – Hitta artiklar där hela processen för förpackningarna tas upp

Packag\* material – hitta artiklar angående de valda materialen

Packag\* waste - hitta artiklar angående de valda materialen gällande återvinning

Package\* - se “Packag\* material”

Paper – ett av de valda materialen som undersöktes

Paper board – kartong, se paper

Plastic – ett av de valda materialen som undersöktes

Production – ett av stegen som undersöktes

Pulp – sågspån för tillverkning av papper, se “paper”

Recycling effort\* - hitta artiklar om hur människor som återvinner

Recycling rate – hitta artiklar om hur mycket som återvinns

Transport\* - ett av stegen som undersöktes