

## Klimatpåverkan från livscykeln av polyeten-baserade engångsprodukter

En jämförelse av tre likvärdiga engångsprodukter baserade på polyeten från olika råvaror; fossil, sockerrör och returplast

### Sammanfattning

Livscykelanalys (Life Cycle Assessment, LCA) är en metod för att på ett systematiskt sätt kartlägga en produkts miljöpåverkan. LCA behandlar miljöaspekter, det vill säga aktiviteter som kan påverka miljön, och dess potentiella påverkan på människors hälsa, ekosystemfunktioner och naturtillgångar, under produktens livscykel från råvaruutvinning och produktion till användning, återvinning och sluthantering.



Användning av energi och material kartläggs i alla led liksom utsläpp till miljö och natur samt hantering av restmaterial och eventuell energiåtervinning.

Produkterna som analyserats här är engångsprodukter baserade på polyeten (PE), till exempel skyddsförkläden, sopsäckar och plastpåsar. Målet med denna studie är att redogöra miljöpåverkan för material och processer som ingår vid tillverkning av dessa PE-baserade produkter. Underlaget kan användas för att få en förbättrad förståelse för miljöpåverkan från PE från olika källor: jungfrulig fossilt, biobaserat och återvunnet. Vidare har två scenarios för sluthantering jämförts, förbränning och återvinning. Detta kan exempelvis användas för att på ett effektivt sätt kunna minska miljöpåverkan från PE-baserade produkter.

Klimatpåverkan från livscykeln har utvärderats med IPCC 2013 GWP 100a. Resultatet visar att den största klimatpåverkan är sluthanteringen. För fossilt PE står det för strax över 50% av de totala utsläppen. Från råmaterial och tillverkning har 1 kg PE, från jungfrulig fossil PE, en total klimatpåverkan på 2,7 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per kg material och från förbränningen av samma mängd är klimatpåverkan på 3,0 kg CO<sub>2</sub>-

2020-04-08

Diarienummer  
RS 2019-0677

ekvivalenter per kg material. Den totala klimatpåverkan från 1 kg fossilt PE är 5,7 kg CO<sub>2</sub> ekvivalenter per kg material. Om denna PE återvinns istället för att förbrännas skulle klimatpåverkan kunna minska med drygt 50%.

Om 1 kg PE istället produceras från återvunnen PE visar resultaten att den totala klimatpåverkan kan minska med cirka 25% (om bara råmaterialens klimatpåverkan studeras är det över 60% minskning, se de blåa staplarna i Figur 1 för klimatpåverkan från de tre råmaterialen). Då biobaserad PE tagit upp koldioxid från atmosfären under sin livscykel har biobaserad PE inte lika stor klimatpåverkan som fossil PE. Genom att byta jungfrulig fossil PE till biobaserad PE kan klimatpåverkan minska till ungefär en tredjedel (vid sluthanteringsscenario förbränning).

## Mål och omfattning

Studiens mål och omfattning definieras enligt nedanstående.

Leverantör: Goodpoint med Miljögiraff AB som underkonsult. Miljögiraff AB har tagit fram beräkningar som tolkats av Goodpoint.

### Mål

Målet är att jämföra klimatpåverkan från hela livscykeln för engångsprodukter baserade på polyeten (PE), tillverkade av råmaterial från olika ursprung. De råmaterial som jämförs är jungfrulig fossil PE, biobaserad PE och återvunnen PE. Vidare jämförs två scenarion för sluthantering: förbränning och återvinning.

Syftet är att använda detta underlag för att få en förbättrad förståelse för vilken påverkan de olika råmaterialen och sluthanteringen har på klimatpåverkan. Detta kan exempelvis användas för att på ett effektivt sätt kunna minska klimatpåverkan från engångsprodukterna. Studiens primära syfte är för intern användning men kan även användas för extern kommunikation.

### Omfattning

Livscykelanalysen är en bokförings- (attributional) LCA gjord med omfattningen och metodiken som definieras enligt LCA Complete.

### Funktionell enhet

Produkten som analyserats är PE-baserad engångsprodukt (till exempel plastpåsar, sopsäckar och förkläden)

Den funktionella enheten är 1 kg PE baserad engångsprodukt.

### Systemgränser

Omfattningen för studien är vagga till grav. Det vill säga studien tar med miljöaspekter och beräknar miljöpåverkan från råvarututtag, tillverkning, transport, användning och sluthantering. Om det finns anledning att utesluta någon del av livscykeln ska det tydligt dokumenteras. Delar av livscykeln får bara tas bort om det inte har någon signifikant påverkan av resultatet, annars måste anledningen till att man ta bort det tydligt beskrivas och rättfärdigas.

Livscykelanalysen är utförd i enlighet med rekommendationerna att förorenaren betalar (Polluter Pays). Ett tydligt exempel på detta är att vid tilldelning av miljöbelastningen vid förbränning av avfall, tilldelas alla

processer i avfallshanteringsfasen, inklusive utsläpp från förbränning, den livscykel där avfallet genereras. Den energi som tillverkas vid avfallsförbränning tilldelas däremot nästa livscykel.

För att utvärdera klimatpåverkan av till exempel plastpåsar, sopsäckar och förkläden har livscykelbedömning (LCA) gjorts av Miljögiraff. Resultaten är framtagna med metoden IPCC 2013 GWP 100a<sup>1</sup> (se Bilaga 1 för mer information) V1.03 i SimaPro 9.

## Inventeringsanalys

### Beskrivning av produkten

Engångsprodukten av PE kan vara antingen en plastpåse, sopsäck eller förkläde. Dessa produkter produceras på liknande sätt och därför har vi valt att inte välja ut en enskild produkt. Då en produkt väger mycket lite har den funktionella enheten 1 kg PE-baserad engångsprodukt valts.

Tre likvärdiga engångsprodukter tillverkade av olika material (fossil PE, biobaserad PE och återvunnen PE) har valts ut för att analyseras från utvinning av råvaran till förbränning alternativt återvinnig.

### Råmaterial

Produktens livscykel börjar med utvinning av råmaterial.

**Antaganden:** Alla råmaterial innehåller input av transporter inom den europeiska marknaden.

**Jungfrulig fossil PE<sup>2</sup>** framställs genom polymerisering av eten i närvaro av en katalysator.

**Biobaserad PE** är PE som tillverkats till 100% från sockerrör. Från sockerrören produceras eten som polymeriseras på samma sätt som den eten som produceras från jungfruliga fossila källor. Presenterade data bygger på data från Braskem<sup>3</sup>, men som har justerats av Miljögiraff för att undvika systemutvidgning.

**Antaganden:** GWP index för transporten av biobaserade PE från Brasilien till Europa är inkluderat i råmaterialsposten, utöver input av transporter

---

<sup>1</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change metod för beräkning av Global Warming Potential framtagen 2013 med 100års tidsram.

<sup>2</sup> Data hämtad från ecoinvent version 3.3.

<sup>3</sup> Braskem är ett brasiliansk petrokemiskt företag med huvudkontor i São Paulo, som bland annat producerar "Grön PE" från sockerrör.

2020-04-08

Diarienummer  
RS 2019-0677

inom den europeiska marknaden. Klimatpåverkan för denna transport beräknades till 0,15 kg CO<sub>2</sub> ekvivalenter, 88 mil via lastbil och sedan båt.

**Återvunnen PE<sup>4</sup>** är källsorterad återvunnen PE från antingen industrin eller från den privata sektorn. När plasten har återvunnits och blivit plastflingor eller plastgranulat kan plasten användas för att producera produkter precis som nyproducerad plast.

**Antaganden:** 100% av råmaterialet Återvunnen PE antas vara återvunnen.

100% av råmaterialet Återvunnen PE antas ha passerat konsumentledet.

I Sveriges dagligvaruhandel är det vanligast med plastpåsar tillverkade av LDPE, men internationellt sett brukar plastpåsar från livsmedelsbutiker och liknande vara tillverkade av HDPE (Jonger, 2017). Skillnaderna antas i detta sammanhang vara försumbara.

Beroende på önskad applikation omvandlas eten till lågdensitetspolyeten (LDPE) eller högdensitetspolyeten (HPED). Eten omvandlas till LDPE i reaktorer med högt tryck och autoklav, medan HDPE huvudsakligen produceras i lågtrycks reaktorer via suspension eller gasfaspolymerisation (I. Tsiropoulos a, 2015). Av dessa två polymerer har processen för att tillverka LDPE högst energiefterfrågan.

### **Tillverkning**

Tillverkningen av produkterna antas ske på samma sätt med blås extrudering<sup>5</sup>.

### **Sluthantering**

Inom ramen för denna studie har två möjliga scenarion för sluthantering tillämpats:

1. Engångsprodukten slängs och skickas till förbränning med energiåtervinning<sup>6</sup>.

---

<sup>4</sup> Data hämtad från ecoinvent version 3.5.

<sup>5</sup> Data hämtad från ecoinvent version 3.5.

<sup>6</sup> Data hämtad från ecoinvent version 3.4.

2020-04-08

Diarienummer  
RS 2019-0677

- Engångsprodukten sorteras och återvinns. Mekanisk sortering av restavfall har antagits<sup>7</sup>.

**Antagande:** Transport av de kasserade engångsprodukterna till kommunal förbränning har exkluderats då dess klimatpåverkan beräknades till 0,009 kg CO<sub>2</sub> ekvivalenter.

Mängden energi som krävs och mängden koldioxid som släpps ut redovisas i avsnittet ”Resultat”.

## Miljöpåverkansbedömning (LCIA)

### Global Warming Potential, GWP

Inom denna studie har klimatpåverkan beräknats med IPCC (IPCC, 2013). Potentiellt bidrag till klimatförändringar kan beräknas utifrån insamlade data. Metoden IPCC GWP 100 år (IPCC, 2013), utvecklad av Intergovernmental Panel on Climate Change, valdes för denna studie eftersom det är den mest välkända vetenskapliga metoden för att beräkna potentiell klimatpåverkan. IPCC:s metod används för beräkning av klimatpåverkan. För mer information om metodens karaktäriseringsfaktorer se Bilaga 1.

### Resultat

I denna del presenteras resultatet för klimatpåverkan för hela livscykeln av 1 kg PE-baserad engångsprodukt.

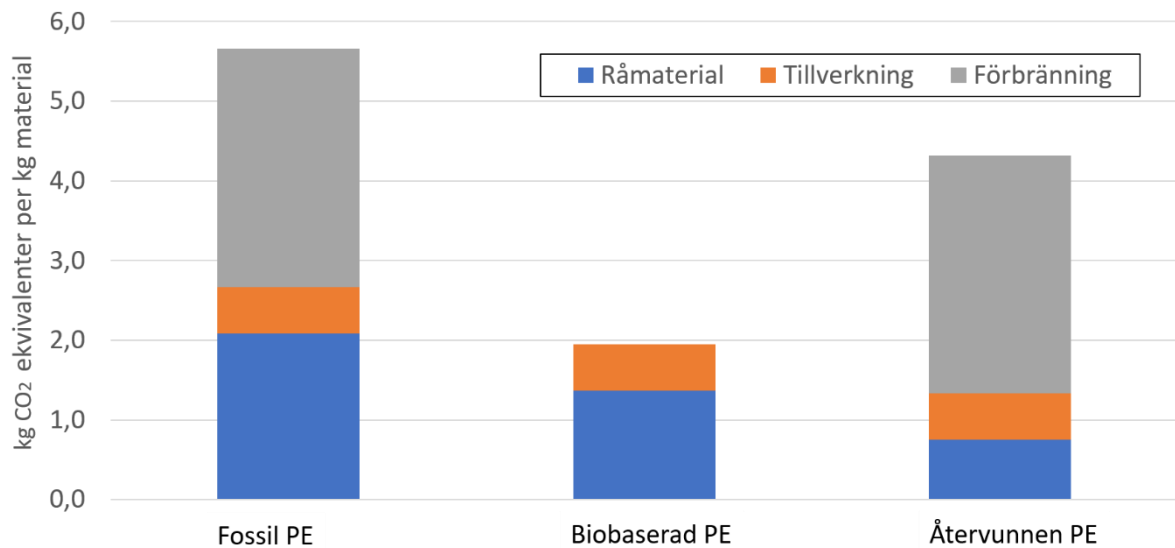
### Klimatpåverkan

Hur klimatpåverkan fördelas mellan olika livscykelfaser i de PE-baserade engångsprodukterna vid de två sluthanteringsscenariona visualiseras i Figur 1 (förbränning) och Figur 2 (återvinning). Vidare listas hur mycket de olika faserna i livscykeln bidrar i Tabell 1 (förbränning) och Tabell 2 (återvinning).

Resultaten visar att den största klimatpåverkan sker vid sluthantering förbränning (Figur 1 och Tabell 1). För fossilt PE står förbränningen för 53% av de totala utsläppen. Om engångsprodukter tillverkade från fossil PE sorteras ut och skickas till återvinning istället för att förbrännas skulle klimatpåverkan kunna minska med drygt 53%, jämför fossil PE i Figur 1 och Figur 2 för att se skillnaderna för de två sluthanteringsscenariona.

---

<sup>7</sup> Avfall Sverige, 2017-09, Livscykelanalys av mekanisk sortering av restavfall - energi- och växthusgasprestanda.



**Figur 1. Totala utsläpp för PE-baserade produkter tillverkade från fossil PE, biobaserad PE eller återvunnen PE. De olika färgerna visar hur mycket de olika delarna i livscykeln bidrar till den totala klimatpåverkan för det första sluthanteringsscenarioet, förbränning.**

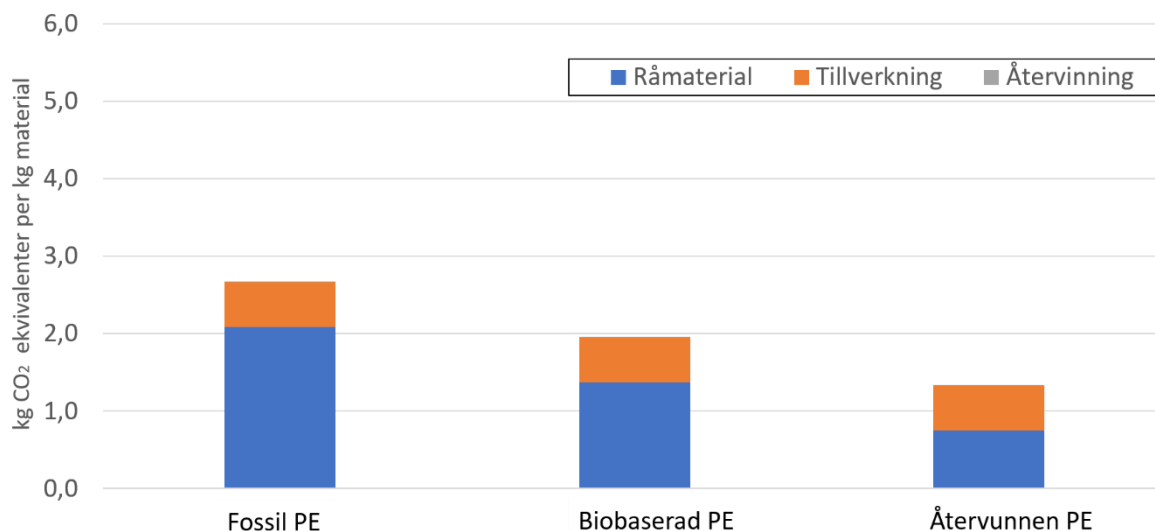
**Tabell 1, visar hur mycket de olika delarna i livscykeln bidrar till den totala klimatpåverkan då produkterna förbränns vid sluthantering.**

Livscykel fas	Fossil PE		Biobaserad PE		Återvunnen PE	
	kg CO <sub>2</sub> ekv.	% av totalen	kg CO <sub>2</sub> ekv.	% av totalen	kg CO <sub>2</sub> ekv.	% av totalen
Råmaterial	2,1	37%	1,4	70%	0,75	17%
Tillverkning	0,58	10%	0,58	30%	0,58	13%
Förbränning	3	53%	0	0%	3	79%
<b>Totalt</b>	<b>5,7</b>		<b>1,9</b>		<b>4,3</b>	

Då biobaserad PE tagit upp koldioxid från atmosfären under sin livscykel har biobaserad PE inte lika stor klimatpåverkan som fossilt PE. Genom att byta jungfrulig fossil PE till biobaserad PE kan klimatpåverkan minskas till 1/3 av utsläppen jämfört med engångsprodukter från fossil PE (Figur 1).

Om 1 kg PE istället produceras från återvunnen PE visar resultaten att den totala klimatpåverkan minskar med 25%.

Vid sluthanteringsscenariot återvinning uppkommer den största klimatpåverkan från råmaterialen (se Tabell 2).



**Figur 2. Totala utsläpp för PE-baserade produkter tillverkade från fossil PE, biobaserad PE eller återvunnen PE. De olika färgerna visar hur mycket de olika delarna i livscykeln bidrar till den totala klimatpåverkan för det andra sluthanteringsscenariot, återvinning.**

**Tabell 2, visar hur mycket de olika delarna i livscykeln bidrar till den totala klimatpåverkan då produkterna återvinns vid sluthantering.**

Livscykel fas	Fossil PE		Biobaserad PE		Återvunnen PE	
	kg CO <sub>2</sub> ekv.	% av totalen	kg CO <sub>2</sub> ekv.	% av totalen	kg CO <sub>2</sub> ekv.	% av totalen
Råmaterial	2,1	78%	1,4	70%	0,75	57%
Tillverkning	0,58	32%	0,58	30%	0,58	43%
Återvinning	0,0033	0%	0	0%	0	0%
<b>Totalt</b>	<b>2,7</b>		<b>1,9</b>		<b>1,3</b>	

Om resultaten för återvunnen PE med sluthantering återvinning jämförs med resultaten för jungfrulig fossil PE med sluthantering förbränning kan utsläppen minska med 77% enligt dessa resultat.



## Utvärdering av resultatens trovärdighet

LCA-studier bygger vanligtvis på en stor mängd insamlade data, där specifika data ofta kompletterats med litteratordata, medelvärden, modellerade eller uppskattade data. I och med detta behöver resultatens tillförlitlighet utvärderas vilket kan göras med hjälp av olika typer av analyser. Det har inte gjorts i detta fall. Vidare skulle en utvärdering av en specifik produkts hela livscykel ge mer exakta resultat. Att utse det bästa alternativet vid jämförelse mellan olika produkter kan dock vara en mycket komplex fråga.

## Rekommendationer och förslag på åtgärder

För rekommendationer och förslag på åtgärder kring inköp och hantering av engångsprodukter i plast se huvudrapporten "Färdplan för cirkulära plastflöden inom Region Stockholm".

## Sociala och hälsomässiga effekter

**Biobaserad PE:** Ökad produktion av sockerrör i Brasilien har under de senaste åren ökat vilket har väckt många frågor kring om de biobaserade polymererna och dess produktion är hållbar. I denna rapport har hållbarheten med avseende på klimatpåverkan studerats. Ett av huvudargumenten för att ersätta fossil plast med biobaserade alternativ är just reduktionen av växthusgaser (Angélique, 2016). Det finns dock många andra områden som är viktiga att granska. En av de aspekter som är viktiga att ha i åtanke är möjliga effekter från direkt och indirekt landanvändning.

Vidare är det viktigt att granska de sociala hållbarhetsaspekterna på grund av flera larm om dåliga arbetsförhållanden och försämrade livsvillkor för de som arbetar lokalt i produktionen och på fälten (Alesund, 2015).

Det finns också etiska aspekter kring att använda landyta, som skulle kunna användas till matproduktion, för att producera kemikalier viktiga att beakta.

**Återvunnen PE:** I dagsläget är efterfrågan på återvunnen plast låg. Det har pekats ut som en konsekvens av att nytillverkad plast är förhållandevis billig. Det har lett till att relativt få hanterar och återvinner plast.

En stor del av alla plastförpackningar som tillverkas och är i omlopp kan i teorin materialåtervinnas ett obegränsat antal gånger. I verkligheten är det

2020-04-08

Diarienummer  
RS 2019-0677

annorlunda då polymererna som utgör plasten till viss del byts ned. Vid insamlingen av plast får man däremot en utspädningseffekt på grund av att man hela tiden tillsätter nya råmaterial som späder ut den gamla. Detta gör att det går att återvinna plasten fler gånger.

I dagsläget kan det i första hand vara fördelaktigt att välja engångsartiklar producerade från återvunnen PE för att öka efterfrågan av återvunnen plast. Biobaserad PE är dock, enligt analysen, ett lämpligt material och kan därför användas då i produkter där ny plast behövs.

## Referenser

- Alesund, E. M. (2015). *Examensarbete: Hållbar sockerrörsodling för etanolframställning i Brasilien*. Stockholm: KTH.
- Angélique, S. B. (2016). Does biobased polymer achieve better environmental impacts than fossil polymer? Comparison of fossil HDPE and biobased HDPE produced from sugar beet and wheat. *Biomass and Bioenergy*, 159-167.
- I. Tsiropoulos a, A. F. (2015). Life cycle impact assessment of bio-based plastics from sugarcane ethanol. *Journal of Cleaner Production*, 90, 114-127.
- IPCC. (2013). *Climate Change 2013. Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC) Fourth*. Hämtat från <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm>
- Jonger, Z. I. (2017). *Examensarbete: En förstudie för återvinning av plastpåsar i Borås och dess miljöpåverkan*. Borås: Högskolan i Borås.

2020-04-08

Diarienummer  
RS 2019-0677

## **Bilaga 1 IPCC 2013 GWP 100a (HFC, PFC and SF6 as CO<sub>2</sub>-eq) V1.02**

IPCC 2013 is the successor of the IPCC 2007 method, which was developed by the Intergovernmental Panel on Climate Change. It contains the climate change factors of IPCC with a timeframe of 100 years.

Contact info: <http://www.ipcc.ch/contact/contact.htm>

IPCC characterisation factors for the direct (except CH<sub>4</sub>) global warming potential of air emissions. They are:

- not including indirect formation of dinitrogen monoxide from nitrogen emissions.
- not accounting for radiative forcing due to emissions of NO<sub>x</sub>, water, sulphate, etc. in the lower stratosphere + upper troposphere.
- not considering the range of indirect effects given by IPCC.
- not including indirect effects of CO emissions.

Normalization and weighting are not a part of this method.

Climate Change 2013. The Physical Science Basis. Working Group I contribution to the Fifth Assessment Report of the IPCC.

<http://www.climatechange2013.org>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

<http://www.ipcc.ch/>

Some remarks about the implementation by PRé Consultants

- The factor for biogenic methane was calculated by subtracting 2.75 kg of CO<sub>2</sub> per kg of methane from the methane factors. The correction factor of 2.75 is the molar mass of CO<sub>2</sub> divided by the molar mass of CH<sub>4</sub>.
- The factors for fossil methane in the IPCC report were not used. The factors for methane in IPCC also apply to fossil methane.
- 101 substances are new in IPCC 2013, but 8 of them were not added in SimaPro, because the substance name is unclear.