



INSTITUTET FÖR LIVSMEDEL OCH BIOTEKNIK

SIK rapport nr 796

Klimatpåverkan från glassprodukter

Johanna Berlin

Veronica Sund

December 2009

SIK-rapport
Nr 796 år 2009

Klimatpåverkan från glassprodukter

Johanna Berlin
Veronica Sund

Projektinformation

Projektets uppstart

Projektet startades i januari 2009

Kontrollerat av

Christel Cederberg

Projektledare

Johanna Berlin

Projektgrupp

Johanna Berlin
Veronica Sund

Nyckelord

LCA, livscykelanalys, klimat, klimatpåverkan, växthuseffekt, växthusgaser, energianvändning, glass, glassbåt, SIA Glass, Bertebos stiftelse, animaliska produkter, grädde

Sammanfattning

I denna studie har en livscykelanalys av glass utförts med avseende på växthusgasutsläpp. Två olika glasstyper har analyserats, vaniljglass och glassbåtar producerade av SIA Glass. Den funktionella enheten som beräkningarna har utgått ifrån är en 1,5 liters förpackning med vaniljglass konsumerad i hushållet och en förpackning med sex glassbåtar konsumerad i hushållet. Livscykeln som analyserats inkluderar produktion av ingredienser, glasstillverkning, lager, grossist, butik, hushållet och alla transporter. För varje steg i kedjan har inventering av råmaterial, energi, utsläpp, spill av råmaterial, spill av produkt och avfall gjorts.

Aktiviteter i livscykeln för ett paket 1,5 liter vaniljglass gav upphov till utsläpp av 2 kg CO₂-ekvivalenter och ett paket med sex glassbåtar gav upphov till utsläpp av 1 kg CO₂-ekvivalenter. Vid omräkning av resultatet till olika dessertalternativ gav en glassbåt upphov till utsläpp av 0,17 kg CO₂-ekvivalenter, en dessert med frukt eller bär och vaniljglass 0,17 kg CO₂-ekvivalenter och en dessertportion med endast vaniljglass 0,21 kg CO₂-ekvivalenter.

Produktion av ingredienser var den livscykelfas som gav upphov till störst utsläpp av växthusgaser (drygt 60 %). Utav ingredienserna var det grädde som bidrog mest. Det var de höga utsläppen av metan, lustgas och koldioxid vid mjölkproduktionen på gårdsnivå som gav upphov till det stora bidraget.

I förbättringsanalysen framkom att valet av ingredienser är viktigt ur växthusgassynpunkt. En minskning av animaliska ingredienser såsom mjölkprodukter skulle ge stor positiv påverkan på klimatgasutsläppen. Bidraget från förpackningen skulle kunna minskas genom en förpackningsdesign som kräver mindre material samt användning av klimatvänlig energi vid materialproduktionen. För glassproduktionen var den bästa förbättringsåtgärden energieffektivisering och användning av förnyelsebara energikällor. Spillet var mycket lågt för SIA Glass tillverkning men eftersom produktionen av ingredienserna utgör så stor del av klimatpåverkan är det viktigt med kontinuerlig fokus på spillminimering.

Innehållsförteckning

PROJEKTINFORMATION	4
SAMMANFATTNING	5
1. BAKGRUND	7
2. LIVSCYKELANALYSMETODEN	8
3. MÅL OCH OMFATTNING	9
MÅLET MED STUDIEN	9
UPPDRAGSGIVARE	9
BESKRIVNING AV PRODUKTERNA	9
FUNKTIONELL ENHET	9
STUDIENS OMFATTNING	9
DATAINSAMLING OCH DATAKVALITÉ	12
ALLOKERING OCH SYSTEMEXPANSION	12
AVGRÄNSNINGAR I STUDIEN	13
4. INVENTERING AV DATA	15
ENERGI	15
INGREDIENSER	15
<i>Vatten</i>	16
<i>Mjölkprodukter</i>	16
<i>Mjölkpulver och gräddtillverkning</i>	17
<i>Vassleproteinkoncentrat</i>	18
<i>Stärkelsesirap</i>	19
<i>Äggula</i>	21
<i>Jordgubbssylt</i>	22
<i>Våffla</i>	23
<i>Kakaodoppmassa</i>	24
<i>Förpackningsproduktion och avfallshantering</i>	25
GLASTILLVERKNING	26
EXTERNT FRYSLAGER	27
HANDEL	27
HUSHÅLLET	27
TRANSPORTER	27
5. RESULTAT	29
VANILJGLASS	29
GLASSBÅTAR	33
6. FÖRBÄTTRINGSANALYS	36
INGREDIENSER	36
FÖRPACKNING	36
PRODUKTIONSFÖRBÄTTRINGAR	38
7. DISKUSSION	41
8. SLUTSATSER	44
9. REFERENSER	45

1. Bakgrund

Klimatfrågan har uppmärksammats alltmer de senaste åren och nu har det blivit dags att reducera den mänskliga påverkan på atmosfärssammansättningen. På politisk nivå har EU satt upp mål för utsläppsminskningar med 30 % till år 2020 (från 1990 års nivå). På industriell nivå har företagen börjat sätta upp mål att minska sin klimatpåverkan. Inom transportsektorn tas det fram fordon som körs på alternativa energikällor. Inom byggsektorn tas koncept fram för energieffektiva hus. På konsumentnivå efterfrågas kunskap om olika varors klimatpåverkan och ett märkningssystem som ska underlätta att välja klimatvänliga produkter.

Den svenska livsmedelsektorns beräknas stå för 25 % av utsläppen av växthusgaser som sker i Sverige vilket naturligtvis måste minskas. En del i arbetet är att utreda livsmedelsprodukters påverkan på klimatet och nästa steg är att finna förbättringsåtgärder. Vid utredning av livsmedelsprodukters påverkan på klimatet är SIK (Institutet för livsmedel och bioteknik) en av aktörerna. SIK har samlat in data på livsmedels miljöpåverkan (inklusive klimatpåverkan) under 15 års tid. Dock saknades det data inom kategorin ”utrymmesmat” där glass ingår. SIA Glass, som är en av de största glassproducenterna i Sverige, var mycket intresserade av det andra steget i arbetet, dvs. att ta fram förbättringsåtgärder för att minska klimatpåverkan från glasstillverkning, därav samarbetet mellan SIK och SIA Glass i denna studie.

Klimatförändringar är en miljöpåverkan på global nivå; atmosfärens kemiska sammansättning påverkas oberoende av var i världen utsläppen sker. Att ha ett livscykelperspektiv när klimatpåverkan analyseras är viktigt, eftersom oavsett var i kedjan från jordbruk till konsument ett utsläpp sker är det ett bidrag till den globala klimatpåverkan. Detta kan jämföras med miljöpåverkanskategorin övergödning som endast har en regional miljöpåverkan.

Denna studie har kvantifierat utsläpp av växthusgaser från glass i ett livscykelperspektiv och dessutom utrett potentiella förbättringsmöjligheter för minskning av klimatpåverkan från glasstillverkning.

2. Livscykelanalysmetoden

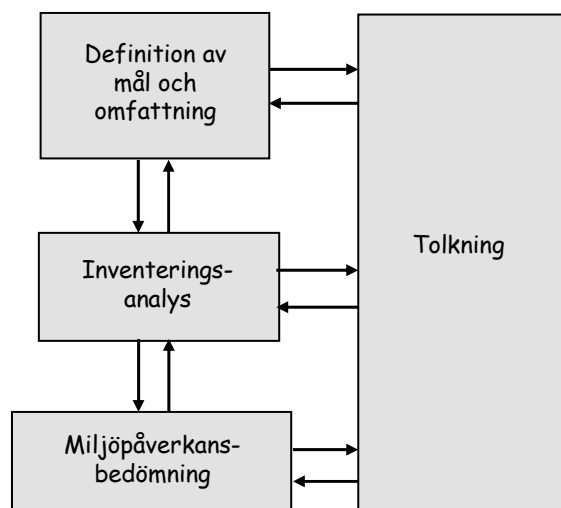
I denna studie har metoden livscykelanalys (LCA) tillämpats. De olika faserna i en LCA är

- definition av studiens mål och omfattning
- inventeringsanalys
- miljöpåverkansbedömning
- resultattolkning

Ramverket för LCA-metodiken är standardiserat enligt ISO-standard ISO 14040 och ISO 14044 (ISO 2006a & ISO 2006b) och framgår ur figur 1.

I *studiens mål och omfattning* definieras projektets målsättning och syfte samt avgränsningar. I en LCA relateras alla resultat till en beräkningsbas som benämns den funktionella enheten. I mål och omfattning definieras studiens systemgränser och flöden som exkluderas anges.

Inventeringsanalysen, d v s insamling och bearbetning av data är ofta den mest tidskrävande delen i en LCA-studie. I inventeringsfasen skall alla inputs till det studerade systemet (t ex energi och material) och alla emissioner från systemet identifieras och kvantifieras.



Figur 1. Arbetsgången i en LCA

Syftet med *miljöpåverkansanalysen* är att analysera och bedöma miljöpåverkan av alla inputs som har identifierats i inventeringsanalysen. Det första steget i miljöpåverkansanalysen är klassificeringen, då olika typer av resursanvändning och emissioner sorteras upp i miljöpåverkanskategorier, t ex växthusgaser i kategorin klimatförändring och övergödande ämnen i kategorin eutrofiering. Det andra steget är karakterisering. I denna fas bedöms den relativa fördelningen av varje emission för respektive miljöpåverkanskategori. T ex för kategorin klimatförändringar viktas de olika växthusgaserna samman i koldioxidekvivalenter.

I den slutliga *tolkningsanalysen* dras slutsatser från inventeringsanalysen och miljöpåverkansbedömningen. Denna fas kan innehålla en genomgång av studiens datakvalitet och en känslighetsanalys. Det viktigaste syftet med en LCA är att finna de mest miljöpåverkande delarna (så kallade "hotspots") för att kunna optimera miljöarbetet och sätta in åtgärder i rätt del av livscykeln.

Datorverktyg för livscykelanalysen har varit beräkningsprogrammet SimaPro 7 (Pré, 2008).

3. Mål och omfattning

Målet med studien

Huvudsyftet med studien var att kvantifiera klimatpåverkan av glass i ett livscykelperspektiv och att besvara följande frågeställningar:

1. Vilken fas i glassens livscykel orsakar störst utsläpp av växthusgaser?
2. Vilka är de största förbättringsmöjligheterna för glassproducenten när det gäller att minska klimatpåverkan från glassprodukter?

Uppdragsgivare

Projektet har utförts på uppdrag av SIA Glass och finansieras till 50 % av Bertebos stiftelse och 50 % av LISS (Livsmedelssektorns Strategigrupp).

Beskrivning av produkterna

De produkter som valdes ut för studien var vaniljglass och glassbåtar. För vaniljglassen valdes förpackningen på 1,5-liter. För glassbåtarna valdes en kartong innehållande sex glassbåtar. Båda två är konsumentförpackningar och kan köpas i de flesta livsmedelaffärer i Sverige. Man valde just dessa produkter med motiveringen att de är de volymmässigt största produkterna för SIA Glass.

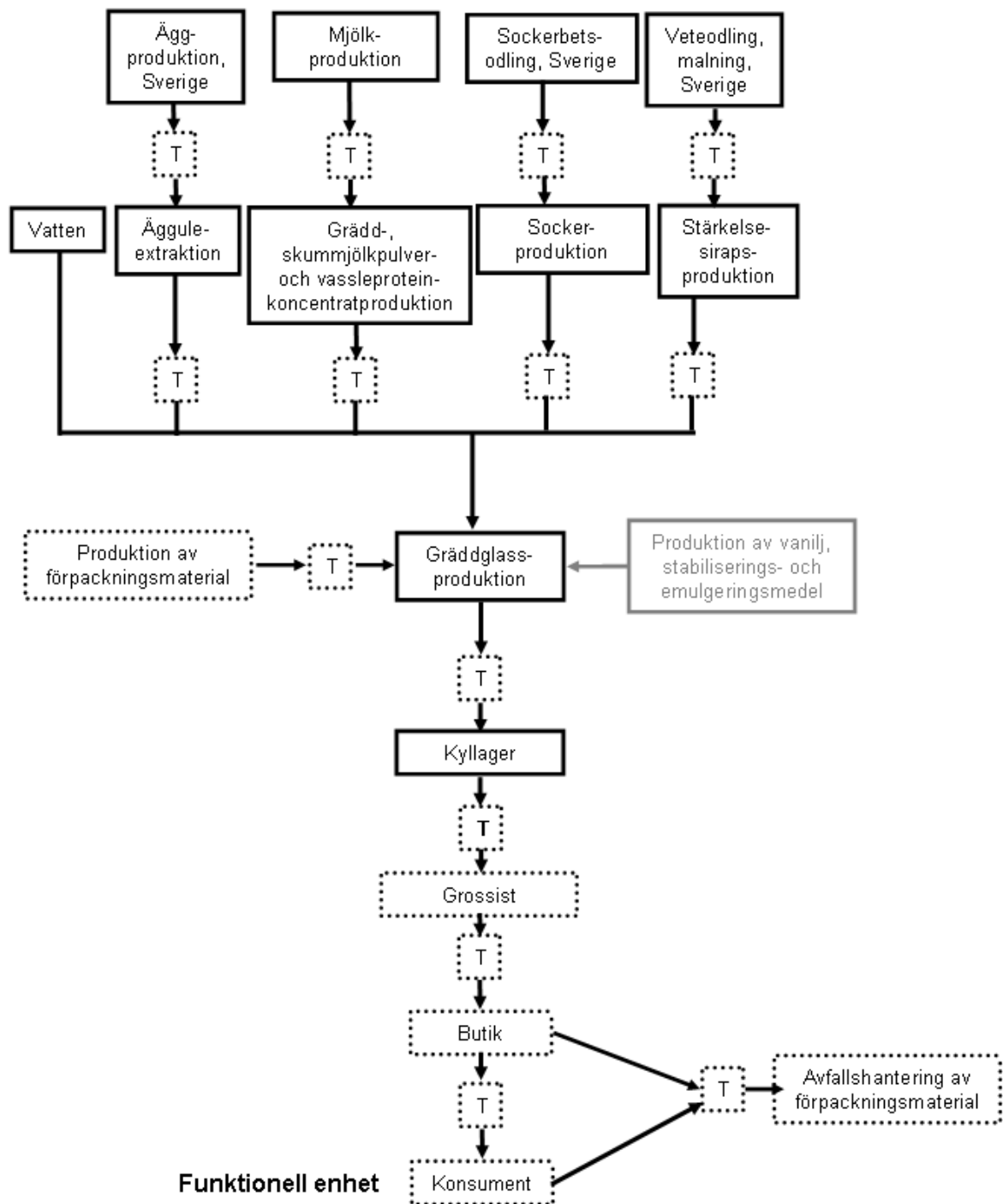
Funktionell enhet

I en livscykelanalys väljer man en enhet som resultatet från miljöberäkningarna ska relateras till, detta kallar man funktionell enhet. Den funktionella enheten i glasstudien är:

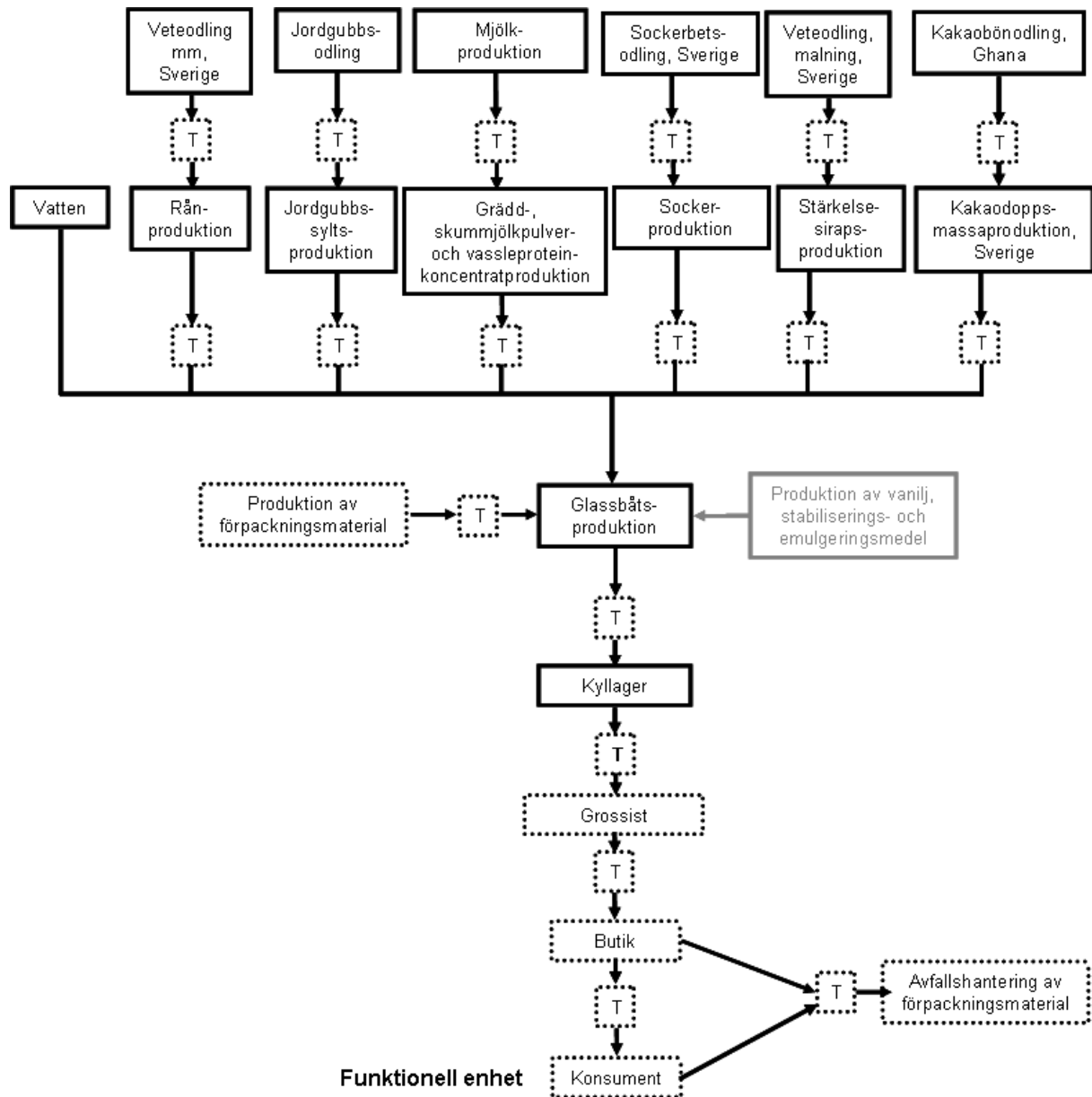
- 1,5-liter förpackad vaniljglass konsumerad i hushållet
- Sex förpackade glassbåtar konsumerade i hushållet.

Studiens omfattning

Studien omfattar glassprodukternas livscyklar och analysen innefattar utsläpp av växthusgaser från dessa system (se figur 2 och 3). Det första steget i livscykeln är produktion av råvaror till glassingredienserna som köps in från Sverige med undantag för vassleproteinkoncentrat som köps in från Frankrike samt stabilisator/emulgator som köps in från Danmark. Det andra steget är transporten av ingredienserna till vidare förädling. Efter att råvarorna förädlats till ingredienser, det tredje steget, transporteras de vidare till SIA Glass produktionsanläggning i Slöinge, vilket representerar det fjärde steget. Det femte steget är produktion av vaniljglass och glassbåtar vid SIA Glass. Glassen transporteras sedan vidare till grossistlager, transporten är det sjätte steget och grossistledet det sjunde. Därefter följer transport till butik, förvaring och försäljning i butik, transport till konsument, och till sist konsumentledet där energiförbrukning för förvaring inkluderats. Förutom detta ingår även avfallshantering av förpackningsmaterial och emballage.



Figur 2. Det studerade systemet för 1,5 liter förpackad vaniljglass. *T* är en förkortning för *Transport*. För boxar med streckad linje har ingen specifik inventering gjorts utan data baseras på databasvärden eller litteraturvärden. Ljusgrå boxar är flöden som inte utgör en stor del av massflödet i systemet och i brist på data har utelämnats ur studien.



Figur 3. Det studerade systemet för ett sexpack glassbåtar. *T* är en förkortning för *Transport*. För boxar med streckad linje har ingen specifik inventering gjorts utan data baseras på databasvärden eller litteraturvärden. Ljusgrå boxar är flöden som inte utgör en stor del av massflödet i systemet och i brist på data har utelämnats ur studien.

Datainsamling och datakvalité

Data som använts i studien härrör från insamling via personligt besök, personlig kontakt genom telefonsamtal och e-post, tidigare utförda LCA:er på SIK, värden hämtade från Ecoinvents databas och litteraturdata från tidigare utförda studier. Tabell 1 visar hur datainsamlingen gått till för varje steg i livscykeln som åskådliggörs i figur 2 och 3.

Tabell 1. Datainsamlingsmetod för varje delsteg/aktivitet i livscyklarna för vaniljglass och glassbåtar.

Aktivitet	Datainsamlingsmetod
Veteodling	Tidigare utförd studie på SIK
Jordgubbsodling	Tidigare utförd studie på SIK
Mjölproduktion	Tidigare utförd studie på SIK
Socketbetsodling	Tidigare utförd studie på SIK
Kakaobönodling	Litteraturdata
Äggproduktion	Tidigare utförd studie på SIK
Våffelproduktion	Telefon och e-post
Jordgubbssyltproduktion	Tidigare utförd studie på SIK
Mejeriproduktion	Telefon och e-post
Socketproduktion	Tidigare utförd studie på SIK
Stärkelsesirapproduktion	Personligt besök
Kakaodoppmassaproduktion	Tidigare utförd studie på SIK
Produktion av förpackningsmaterial	Databas
Avfallshantering av förpackningsmaterial	Databas
Prod. av vanilj, stabiliserings och emulgeringsmedel	Datalucka
Glassproduktion	Personligt besök
Fryslager	Telefon och e-post
Butik	Tidigare utförd studie på SIK
Konsument	Tidigare utförd studie på SIK
Transporter	Databas, Personligt besök, Telefon och e-post. Tidigare studier utförda på SIK, Litteraturdata

Datakvalitén i denna studie kan betraktas som god till mycket god. Personligt besök med inventering har utförts för två aktiviteter och hela 11 aktiviteter härrör från tidigare studier utförda på SIK. Personlig kontakt genom telefon och e-post har använts för två aktiviteter. Kvalitén på litteraturdata för kakaobönodlingen är svår att uppskatta men litteraturkällan är en publicerad och granskad forskningsartikel. Dessutom har två svenska chokladproducenter granskat artikeln och givit sitt godkännande. Data som inte inventerats i studien är produktion av vanilj, stabiliserings- och emulgeringsmedel (ingredienser som används i mycket små kvantiteter). Datakvalitetens betyg dras pga dessa dataluckor ned från mycket god till god.

Allokering och systemexpansion

När det produceras mer än en produkt i samma delsteg/aktivitet måste det göras en uppdelning av miljöpåverkan mellan de produkter som produceras. Enligt ISO-standarden (ISO 2006a,b) för LCA så föredras systemexpansion i dessa fall. Det innebär att livscykeln för båda eller fler produkter ska ingå i analysen. Detta är dock inte alltid möjligt p.g.a. studiens ekonomiska och tidsmässiga omfattning. Då kan man istället dela upp, allokera, miljöpåverkan mellan de olika produkterna. Enligt ISO-standarden är uppdelning på fysikalisk basis att föredra framför uppdelning utifrån ekonomiskt värde av produkterna (ekonomisk allokering). När det gäller livsmedel är den fysikaliska uppdelningen inte alltid tillämpningsbar då exempelvis den ena produkten kan ha betydligt större kvantitet än den andra och den ena produkten inte alls är lika efterfrågad som den andra (exv. ost och vassel). I

dessa fall går det att tillämpa ekonomisk allokering. I dagsläget är ekonomisk allokering det vanligast förekommande för livsmedel. När det är möjligt föredras dock alltid systemexpansion.

I denna studie som utgörs av en sammanslagning av ett flertal ingredienser och därför också en sammanslagning av flera tidigare utförda studier har systemexpansion, ekonomisk allokering och fysikalisk allokering använts. I tabell 2 är den huvudsakliga uppdelningsmetoden för aktiviteten/delsteget angiven.

Tabell 2. Allokerings-/Uppdelningsmetod för varje delsteg/aktivitet i livscyklarna för vaniljglass och glassbåtar.

Aktivitet	Allokerings-/Uppdelningsmetod
Veteodling + malning	Ekonomisk allokering
Jordgubbsodling	Inget behov av uppdelning
Mjölproduktion	Biologisk och ekonomisk allokering
Socketbetsodling	Ekonomisk allokering
Kakaobönodling	Ekonomisk allokering
Äggproduktion	Ekonomisk allokering
Våffelproduktion	Inget behov av uppdelning
Jordgubbssyltproduktion	Fysikalisk uppdelning
Mejeriproduktion	Ekonomisk allokering
Socketproduktion	Ekonomisk allokering
Stärkelsesirapproduktion	Inget behov av uppdelning
Kakaodoppmassaproduktion	Ekonomisk allokering
Produktion av förpackningsmaterial	Ekonomisk allokering
Avfallshantering av förpackningsmaterial	Systemexpansion
Glassproduktion	Ekonomisk och fysikalisk allokering (vikt)
Fryslager	Fysikalisk allokering (volym)
Butik	Fysikalisk allokering (volym)
Konsument	Fysikalisk allokering (volym)
Transporter	Fysikalisk allokering (vikt)

Avgränsningar i studien

Det som utelämnas ur en studie till följd av satta projektramar avseende syfte och tidsomfattning anges som avgränsningar i tid och rum. För att definiera avgränsningar anges vad som utelämnas från det studerade systemet. Avgränsningar vad gäller tid, maskiner, byggnader och infrastruktur, personal, svinn, ingredienser och insatsvaror för studien beskrivs nedan.

Tid

Data som använts i studien representerar produktionsåret 2008. För ingredienserna som används i glassen är data från olika år och senaste tillgängliga data har använts, detsamma gäller transporter.

Maskiner, byggnader och infrastruktur

Infrastruktur är inkluderat i bakgrundsdata som hämtats från Ecoinvents databaser. Det gäller data för förpackningsmaterial, energi och transporter. Maskiner, byggnader och infrastruktur är inte inkluderade i de andra delarna av studien.

Personal

Personalens resor till och från jobbet samt luncher, arbetskläder etc. har inte tagits med i beräkningarna.

Svinn

Svinn av produkt i affärsledet och hos konsumenten ingår inte i studien. Eftersom fokus i denna studie ligger på glassproduktionen och svinn i leden efter glassproduktionen inte ligger inom SIA Glass ansvarsområde har denna inventering utelämnats.

Ingredienser

Produktion av vanilj, stabiliserings- och emulgeringsmedel har inte tagits med i studien p.g.a. brist på data. Dessa ingredienser används i mycket små kvantiteter i glassproduktionen.

Insatsvaror

I glassfabriken används lut, syra och skum för diskning av maskiner. Data för skum är bristfällig i litteratur och databaser och har därför uteslutits med argumentet att mängden som används är försvinnande liten i förhållande till produktionen.

4. Inventering av data

Data som inventerats för varje del som ingår i livscykeln är råmaterial, energi, spill, utsläpp och avfallshantering. I detta kapitel beskrivs inventerade data kvantitativt alternativt refereras till datakällor som information hämtats från. Data på stabiliseringsmedel, emulgeringsmedel, vaniljarom och vaniljmärg har inte inventerats. För översiktlig information angående datakällor se kapitel Mål och Omfattning.

Energi

För elanvändning i Sverige används data för svensk elmix inklusive import (baserat på Ecoinvent, 2007) såvida inte specifik elproduktion har angetts, i de fall används energi från de specificerade elektricitetskällorna. För fossila bränslen ingår utsläpp från hela livscykeln. Data för utsläpp vid produktion och användning av energi har hämtats från databasen Ecoinvent (2007).

Ingredienser

De ingredienser som ingår och mängder av dessa i vaniljglass respektive glassbåtar är angivna i tabell 3 och 4.

Tabell 3. Ingrediensspecifikation vaniljglass

Ingrediens	Andel av vaniljglass
Vatten	42 %
Grädde	29 %
Stärkelsesirap	11 %
Vassleproteinkoncentrat	7 %
Socket	4 %
Skummjölkspulver	3 %
Äggula	3 %
Stabiliserings-/emulgeringsmedel	1 %
Vaniljarom	0 %
Vaniljmärg	0 %

Tabell 4. Ingrediensspecifikation glassbåtar

Ingrediens	Andel av glassbåt
Vatten	33 %
Grädde	22 %
Jordgubbssylt	11 %
Kakaodoppmassa	9 %
Stärkelsesirap	7 %
Rån	6 %
Vassleproteinkoncentrat	5 %
Socket	5 %
Skummjölkspulver	2 %
Stabiliserings-/emulgeringsmedel	0 %
Vaniljarom	0 %

Vatten

Vattnet utgör en stor del av ingredienserna i glassen och det vatten som använts i beräkningarna är europeiskt medel för kranvatten från databasen Ecoinvent (Ecoinvent, 2007).

Mjolkprodukter

Tre av ingredienserna i den undersökta glassen är mjolkprodukter; grädde, skummjölkspulver och vassleproteinkoncentrat. För alla tre produkterna har samma data antagits för mjölkgården. I mejeriet skiljer sig tillverkningen åt mellan de tre produkterna vilket gör att individuella produktdata har använts. Data och datakällor för dessa presenteras nedan.

Mjölkgården

Data från en nypublicerad SIK-studie som utförts av Cederberg et al. (2009) som bl.a. behandlar mjölkproduktionens påverkan på klimatet har använts. Nationell statistik tillsammans med data från rådgivningsverksamhet, litteratur och företag inom jordbruk och livsmedel utgör underlaget i Cederberg et al.s studie. Genom att sammanställa detta underlag har det tagits fram ett medelvärde på utsläpp av växthusgaser för svensk mjölk på gårdsnivå i ett livscykelerspektiv. Det som ingår för dessa gårdsdata är alla aktiviteter på gårdsnivå samt produktion av gödningsmedel, diesel, bekämpningsmedel, utsäde, odling av olje- och stärkelsegrödor och sockerbetor, industriell foderproduktion och alla associerade transporter, se figur 4.

På en mjölkgård produceras inte bara mjölk utan även kött, dels från mjölkorna när dessa slaktas ut, dels från överskottskalvar (framförallt tjurkalvar) som säljs för vidare köttuppfödning. Uppdelning av klimatpåverkan mellan produkterna mjölk och kött har skett genom biologisk och ekonomisk allokering, 85 % till huvudprodukten mjölk och 15 % till biprodukten kött.

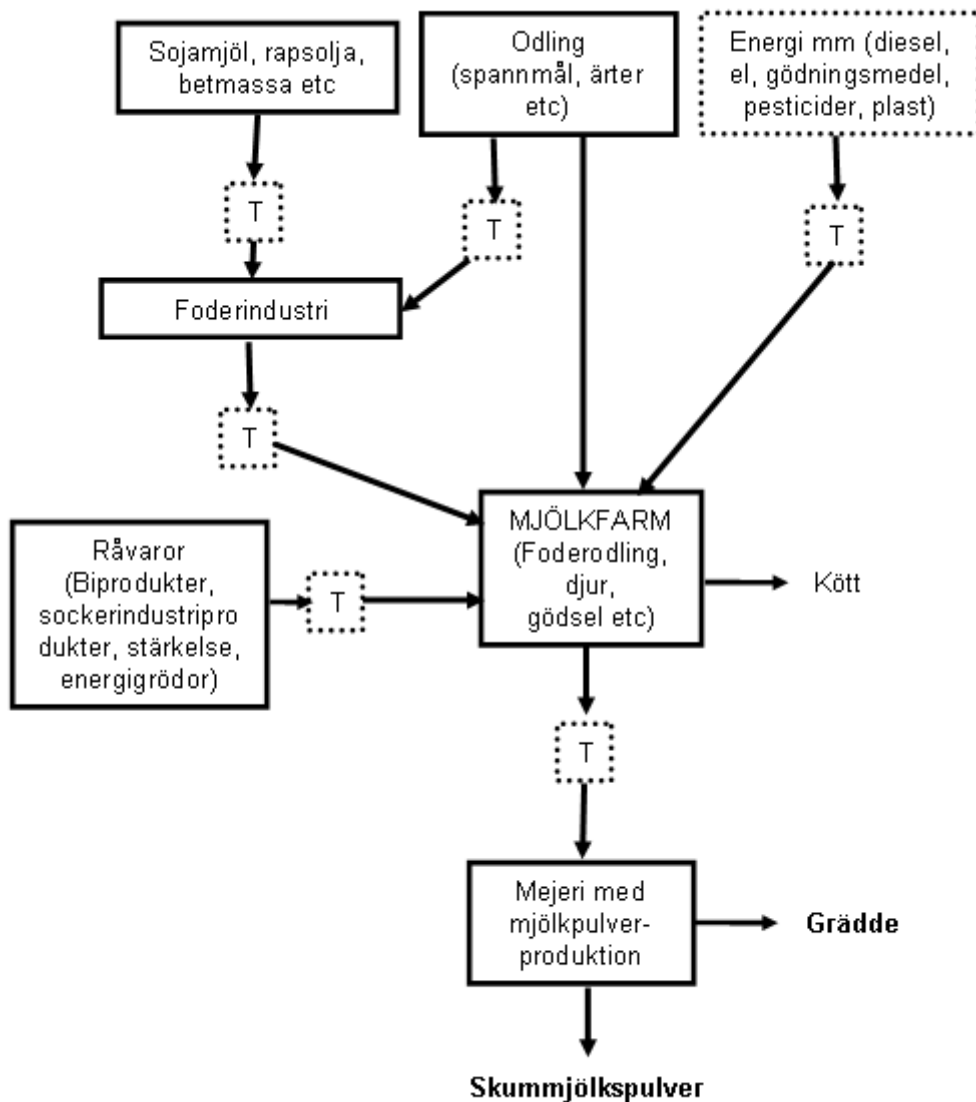
Mjölkpulver och gräddtillverkning

Data för mjölkpulver och gräddtillverkning kommer från ett medelvärde av två svenska mejerier. Mjölken hämtas upp på gården och levereras till mejeriet. Data för bränsleförbrukningen för denna mjölktransport är ett medelvärde av de inkommande transporterna till ett svenskt mjölkpulvermejeri under 2007.

Mjölkpulvret och grädden genomgår flera processteg i mejeriet. Först går mjölken in i mjölmottagningen, sedan följer förbehandling där syftet är att avlägsna eventuella bakterier. I förbehandlingen kyls och värms mjölken för att sedan separeras. I separeringen skiljs fett från mjölken och går in i gräddproduktionen. Innan grädden är färdig pastöriseras den och homogeniseras för att sedan standardiseras till rätt fetthalt (40 % fetthalt för grädde) innan den förpackas.

Skummjölken (den fraktion av mjölken som blir över efter att fett tagits bort) pastöriseras och kyls innan det indunstas för att få bort så mycket vatten som möjligt. Slutligen spraytorkas den indunstade skummjölken så att ett fint pulver bildas. Detta skummjölkspulver siktas och packas i papperssäcker. Data för skummjölkspulver och en del av gräddtillverkningen kommer från samma svenska mejeri. Jordbrukets klimatpåverkan för mjölkproduktion och första stegen i mjölkbehandlingen i mejeriet tills grädden avskiljs behöver delas upp mellan grädden och skummjölkspulvret. Ekonomisk allokering har använts som bas med resultatet 42% till grädden och 58% till skummjölkspulvret. De processteg som följer efter att grädden separerats tillskrivs endast skummjölkspulvret. Från 1 kg mjölk får man 0,085 kg skummjölkspulver och 0,1 kg grädde.

Eftersom grädde är en produkt som tillverkas vid de flesta mejeriproduktioner har även gräddata från ett annat svenskt mejeri som tillverkar grädde och helmjölkspulver använts, där ekonomisk allokering också har tillämpats. Här får man 0,13 kg helmjölkspulver och 0,01 kg grädde från 1 liter mjölk. För uppdelningen av jordbrukets klimatpåverkan för att producera mjölken och klimatpåverkan av första stegen i mjölkbehandlingen i mejeriet har en ekonomisk allokering utförts med 4% grädden och 96% till helmjölkspulvret (baserat på 28%-ig fetthalt i pulvret). Även här gäller att den processning som sker efter att grädden separerats tillskrivs helmjölkspulvret. Grädddata utgörs alltså av ett medelvärde från två svenska mejerier. Data som inkluderats i studien är mängden råmaterial som behövs, energikonsumtion, energikälla, spill av råmaterial och produkter, utsläpp till vatten och luft samt avfall och avfallshantering.



Figur 4. Det studerade systemet för mjölkprodukterna grädde och skummjölkpulver

Vassleproteinkoncentrat

Vassleproteinkoncentrat fås som biprodukt vid osttystning då ostkornen pressas i syfte att få bort vasslen. Vasslen utgör 80-90 % av den totala använda mjölkvolymen vid osttillverkning och innehåller ca 50 % av näringsämnen (lösligt protein, laktos, vitaminer och mineralämnen). För att få vassleproteinkoncentrat börjar processen med att proteinfraktionen i vasslen (retentat) avskiljs genom ultrafiltrering. Retentatet indunstas för att sedan torkas så att ett fint pulver fås, vassleproteinkoncentrat. Koncentratet packas sedan i pappsäckar med plastpåse inuti.

Berlin (2001) har utfört en livscykelanalysstudie på ost som har använts som datakälla. Ett ekonomisk allokerat värde på växthuseffektpåverkan mellan vassle, ost, grädde och mjölkpulver har använts. För energiåtgången för torkning av vasslen har en teoretisk beräkning utförts för spraytorkning. Eftersom SIA Glass importerar sitt vassleprotein från Frankrike har fransk elproduktion använts (Ecoinvent, 2007) på ysteridelen och för torkningen.

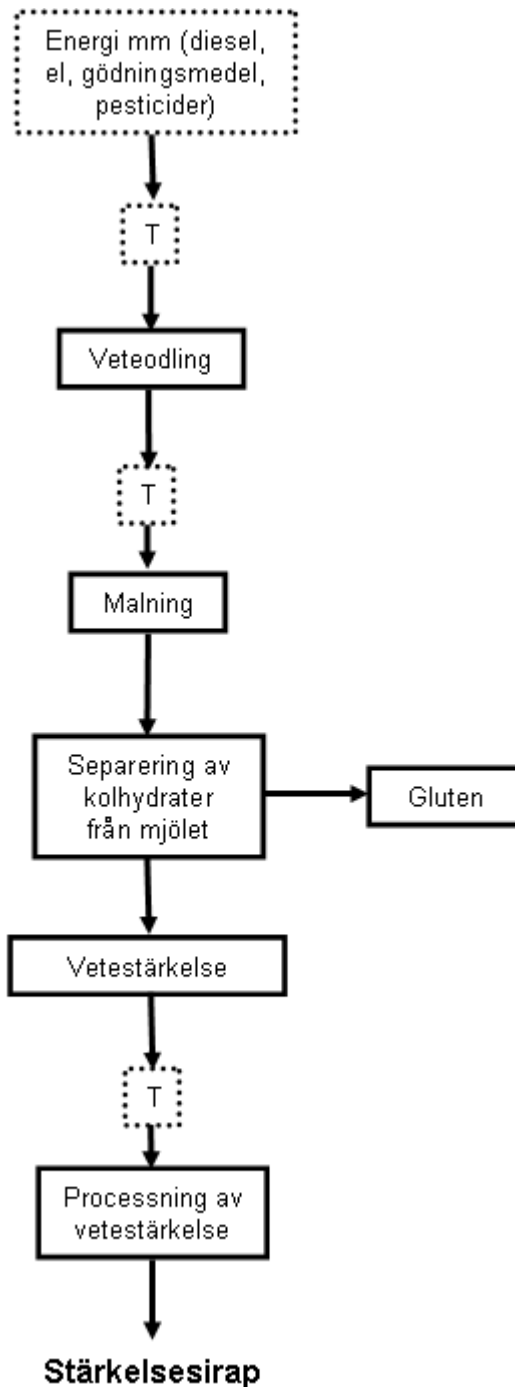
Stärkelsesirap

Stärkelsesirap, eller glukossirap som det också kallas, fås från stärkelsesrika växter, t ex potatis och vete. Den stärkelsesirap som Siaglass använder framställs av vete och produceras genom flera processteg på två anläggningar. På anläggningen i Lidköping tas vetet emot, mals till mjöl, som processas till en ”stärkelseslurry” med 44 % torrsbstans. Stärkelseslurryn skickas sedan till den andra anläggningen i Växjö, där vidareförädling sker genom behandling i fyra steg: beredning, sönderdelning (hydrolys), rening och indunstning. Slutprodukten är en trögflytande sirap, en blandning av olika sockerarter med 80 % torrsbstans. För att producera 1 ton stärkelsesirap (80 % ts) behövs ca 2 ton vetespannmål. Det studerade systemet åskådliggörs i figur 5.

Data för vete är från SIKs foderdatabas (Flysjö et al., 2008). Energikällorna är el (data för svensk el inkluderande import från Ecoinvent, 2007, har använts) och fjärrvärme (data som använts är baserat på svensk fjärrvärmemix utifrån Ecoinvent-processer).

På produktionsanläggningen i Växjö är energikällorna elektricitet (data för svensk elmix med import från Ecoinvent (2007) har använts) och lågsavlig WRD-olja. För oljan har ett genomsnitt av lätt och tung olja använts för att approximera WRD-produktion (data hämtat från Ecoinvent, 2007). Det specifika värmevärdet för WRD (10,40 kWh/l) har använts för att räkna ut energiförbrukningen vid oljeförbränningen (Shell, 2009).

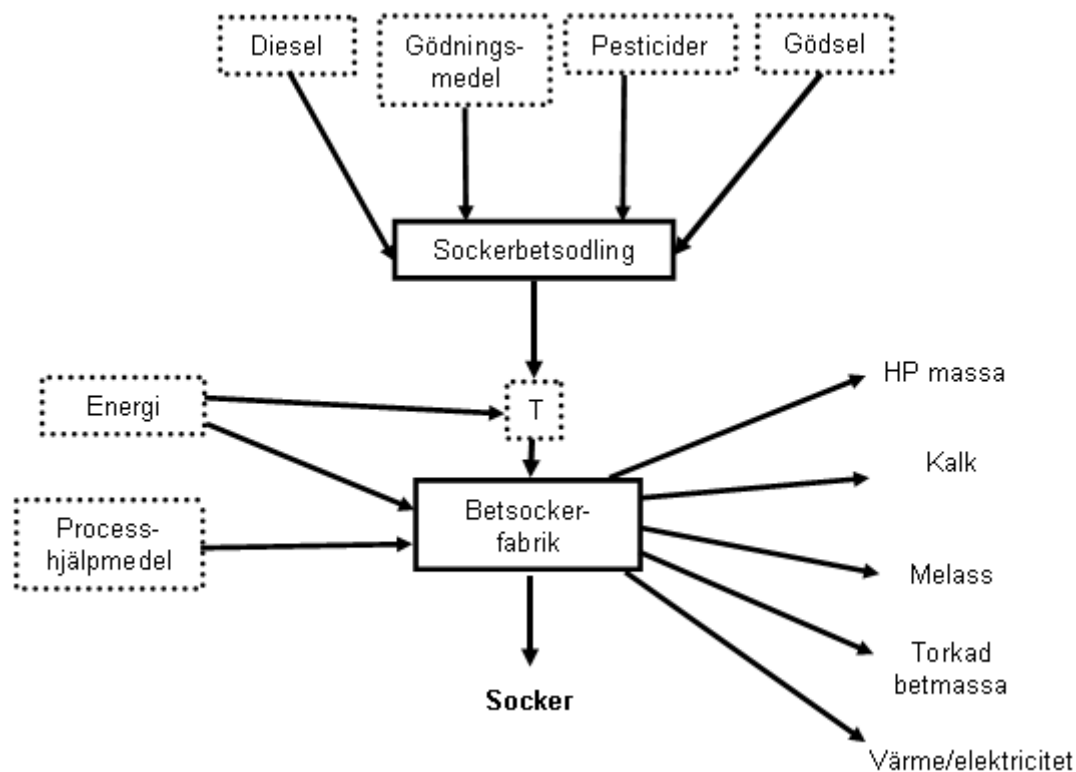
Specifika produktionsdata har utelämnats ur rapporten av konfidentialitetsskäl.



Figur 5. Det studerade systemet för stärkelsesirap.

Sockerproduktion

Sockerproduktionsdata som använts kommer från ett projekt som utförts på SIK under 2008 och 2009 (Florén et al, 2009a). Data representerar svensk sockerproduktion. Huvudfaserna inom produktionens systemgränser är sockerbetsodling, inkommande transporter till sockerbetsindustri och sockerbetsindustrin, se figur 6. All data gällande odling, transporter och industri representerar produktionsåret 2007. Primärdata (data på energiåtgång, energikällor och mängd insatsvaror) för odlingen och industrin är plats/företagsspecifika. Medeleuropeiska data har använts för energiproduktion, processhjälpmedel, förpackningar och gödningsmedel.

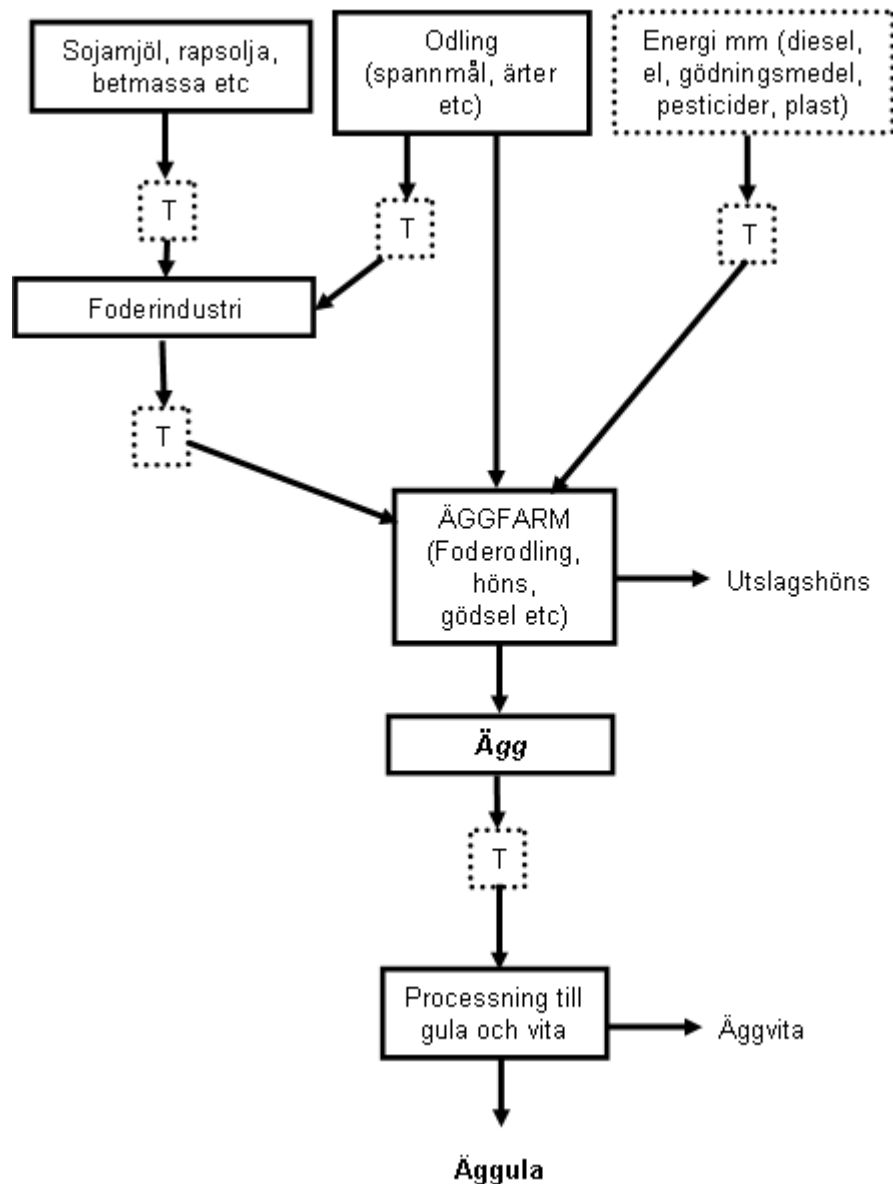


Figur 6. Det studerade systemet för produktion av betsocker (Florén et al., 2009a)

Energianvändningen har främst delats upp mellan produkter på processtegsbasis, produkterna får bära energianvändningen från de processer som de deltagit i. När detta inte har varit möjligt har ekonomisk allokering legat till grund för uppdelningen av klimatpåverkan mellan utgående sockerprodukter. Odlingsdata inkluderar produktion och förbränning av diesel, produktion av gödningsmedel (N, P, K), pesticider, täckmaterial och utsäde. Data inkluderar även direkta och indirekta emissioner av lustgas från kväveinputen från mineralgödningsmedel, gödsel, skörderester och kväveläckage till jord. Sockerbetor bidrar till positiva effekter i grödrotationen. Skörderester har beräknats orsaka minskat kvävegödselbehov för gröddling följande år. Transportdata inkluderar val av transportsätt, lastgrader och emissionsdata från Nätverket för transporter och miljö, NTM (2008), och Ecoinvent (2007). Naturgas är den primära energikällan och sockerfabriken producerar sin egen elektricitet och värme. Från avfallsvattnet utvinns även biogas. För strösocker är de största klimatbidragande faserna jordbruket och sockerindustrin. Inkommande transporter orsakade högst växthusgasutsläpp av transporterna. I sockerindustrin är det energiåtgången som ger det stora bidraget trots att den studerade sockerindustrin kontinuerligt arbetade med energieffektiviseringar.

Äggula

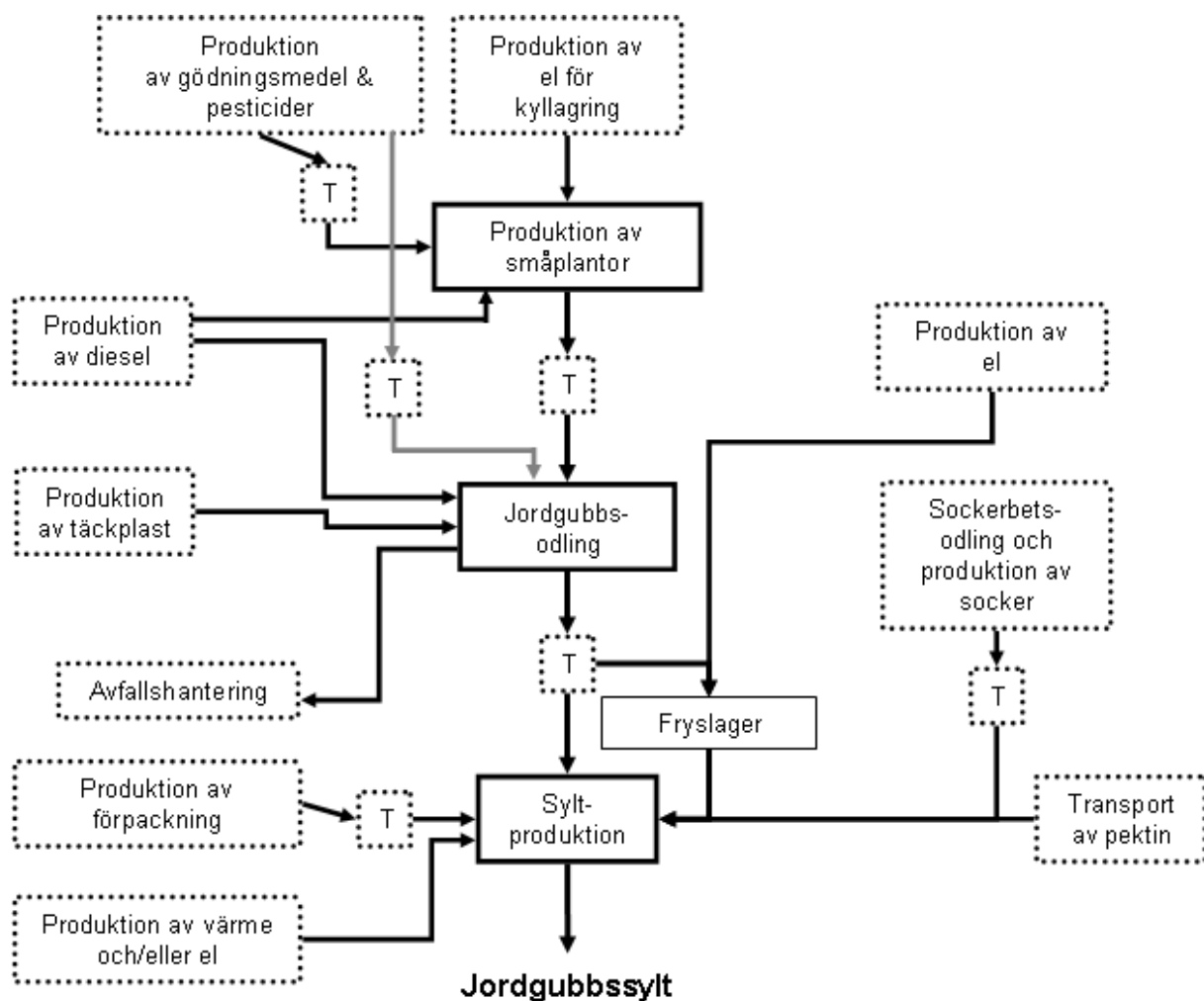
Äggproduktionsdata från Cederberg et al. (2009) har använts, representerande medelproduktion av ägg i Sverige under 2005. Det studerade systemet för äggula illustreras i figur 7. Allokering mellan äggula och äggvita har gjorts på ekonomisk basis där 55% av klimatpåverkan tillskrivs äggulan (Personlig kontakt Therese Schultz, Svenska ägg, 2009).



Figur 7. Det studerade systemet för äggula

Jordgubbssylt

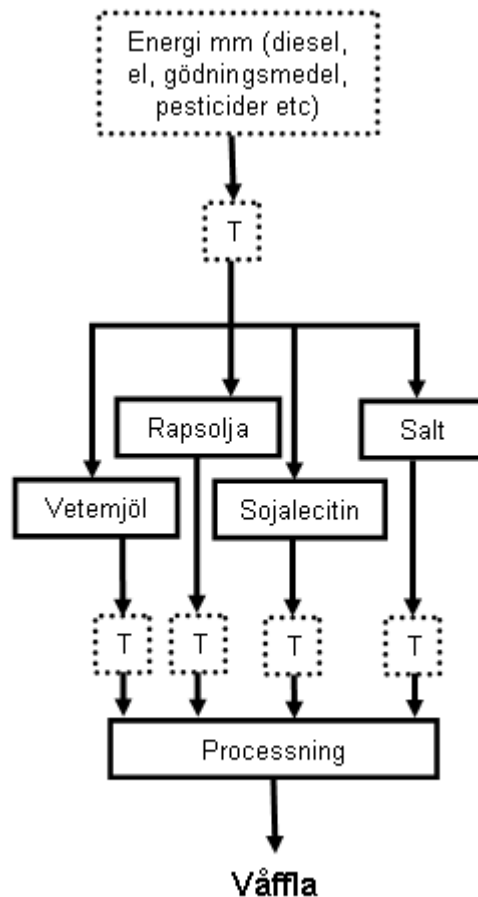
Sylten som används i glassbåtarna är svensk, men då det inte fanns några studier på svensk jordgubbssylt att tillgå har en engelsk jordgubbssylt använts istället (Novel Q, 2008). Det studerade systemet illustreras i figur 8. I jordgubbssyltstudien som utförts på SIK utreddes klimatpåverkan för en sylt för konsumentbruk, varför förpackningen bestod av glasburk och metallock. Dessa material har plockats bort ur beräkningarna för att anpassa sylten till glassproduktion. Resultatet av den engelska jordgubbsstudien visade att sockret bidrog till en stor del av klimatpåverkan. Jordgubbsodlingen visade sig vara av mindre betydelse för växthusgasutsläppen som kunde tillskrivas sylten, vilket även var fallet för transporterarna.



Figur 8. Det studerade systemet för jordgubbssylt

Våffla

Våfflor som används i glassbåtarna består av vetemjöl, rapsolja, salt samt sojalecitin. Det studerade systemet illustreras i figur 9. Smeten som våfflor baseras på innehåller 57 % vatten (datakälla: Tap water, Ecoinvent, 2007), 41 % vetemjöl (datakälla: Flysjö et al., 2008), 1,2 % rapsolja (baserat på svensk rapsolja från SIKs miljödatatabas), 0,2 % sojalecitin och 0,2 % salt (datakälla: Sodium chloride, powder från Ecoinvent, 2007). Sojalecitet har i beräkningarna approximerats med sojaolja från Brasilien då ingen data på sojalecitin fanns att tillgå (data från SIKs miljödatatabas, 2009). Energiåtgången för våffelproduktionen var 3,5 kWh svensk el och 3 kg gasol per 1000 våfflor (3,5 kg). Våfflor tillverkas i Strömsund. (Personlig kontakt Kjell Lindkvist, JB-VÅFFLAN AB, 2009).



Figur 9. Det studerade systemet för våfflor

Kakaodoppmassa

Chokladöverdraget på glassbåten består av kokosfett, socker och kakaopulver. Då data på kokosfett inte fanns tillgänglig approximerades chokladöverdraget med mörk choklad som SIK har räknat ut klimatpåverkan för i ett projekt utfört under 2009 (Florén et al., 2009b). Ingredienssammansättningen på chokladen är från ett generiskt recept med 45 % socker, 45 % kakaomassa, 9,5 % kakaosmör och 0,5 % sojalecitin. Information om kakaoprodukterna följer nedan.

De kakaoböner som används i svensk chokladprocessning härstammar i stor utsträckning från Västafrika. Ghanansk kakaoodling ligger till grund för data på kakaoprodukter i chokladstudien, dessa har hämtats från en LCA utförd i Ghana gällande både odling och processning (Ntiamoah och Afrane, 2008). Denna studie antas representera västafrikansk kakaoodling med avseende på geografiska förhållanden och jordbrukstekniksnivå. För odling och produktion av kakaoböner används data för referenssåsongen 2004/2005. Torkade kakaoböner skeppas från Elfenbenskusten till Holland för rostning, skalning och malning. Slutprodukter som fås från processningen är kakaomassa, kakaosmör och kakaopulver. De två förstnämnda produkterna används i chokladen som här får approximera kakaodoppmassaproduktion. För processning till kakaomassa och kakaosmör har data från samma kakaostudie använts, då specifika data för processning i Holland inte fanns tillgängligt. I processningen används el och kranvatten och processningsdata har anpassats till Holländska förhållanden genom att använda holländsk elmix. 32 % av bönerna blir till kakaomassa, som utgör 45 % av innehållet i den mörka chokladen. Massan används som

ingrediens i sin originalform men för att få kakaosmör och kakaopulver vidareprocessas massan ytterligare. Ingrediensproduktionen bidrar mest till växthusgasutsläppen i den mörka chokladens livscykel och det var ingredienserna kakaomassa, socker och kakaosmör som gav störst bidrag till chokladens klimatpåverkan.

Förpackningsproduktion och avfallshantering

När det gäller produktion av inköpt material såsom förpackningar i papper, papp och plast har värden från LCA-databaser använts (Ecoinvent, 2007). Det gäller också för förbrukning och utsläpp från tidigare led i livscykeln (elförbrukning, dieselförbrukning och avfallshantering).

Vaniljglassens förpackning består av 64g polypropen (PP). Data för Polypropylene granulate, med injection moulding från Ecoinvent (2007) har använts. Förpackningen materialåtervinns till 30,5% enligt återvinningsstatistik för 2008 (Förpacknings- och tidningsinsamlingen, 2009). Resterande 69,5% förbränns med energiutvinning i form av värme till fjärrvärmenätet. Som sekundärförpackning används 24,8 g wellpapp per vaniljglassförpackning. Data för Corrugated board, mixed fibre, single wall från Ecoinvent (2007) har använts.

Glassbåtens förpackning består av papplåda på 60 g där sex glassbåtar paketeras. Data för papplådan har approximerats med whitelined chipboard (WLC) från Ecoinvent (2007) Varje glassbåt är separat paketerad i en plastfilm bestående av 0,9 g orienterad polypropen (OPP). Data för Polypropylene granulate med Injection moulding från Ecoinvent (2007) har använts. 1,4 g extra OPP har lagts till för att representera plastband som används runt pappförpackningarna när de paketeras för distribution. Papp materialutnyttjas till 74% vid återvinning och 26% förbränns med värmeproduktion till fjärrvärmenätet. PE materialutnyttjas till 30,5% och resterande 69,5% förbränns, även här med energiutnyttjande i fjärrvärmenätet. De fraktioner som använts för återvinningsgrad av de olika materialen är alla hämtade från Förpacknings- och tidningsinsamlingens återvinningsstatistik 2008.

Värmeproduktion till fjärrvärmenätet vid förbränning antas ersätta produktion av genomsnittlig fjärrvärme (sopförbränning exkluderat) och elektricitet vilket ger en negativ klimatpåverkan i beräkningarna (då energin som produceras bidrar till sluppen produktion av andra insatsbränslen). De utsläpp av miljöskadliga ämnen som sker i samband med förbränning tas också hänsyn till, vilket gör att det inte alltid är självklart att förbränningen medför en ”miljövinst”. Data från Ecoinvent (2007) och SIKs miljödatabas (2009) har använts till dessa beräkningar.

Materialåtervinning av plast och wellpapp behandlas som sluppen produktion av genomsnittlig PP-plast och wellpapp (samma som använts för materialåtgången i förpackningarna).

Glasstillverkning

Glassen tillverkas i SIA Glass fabrik i Slöinge, som utvecklar, tillverkar och säljer glass, sorbeter och andra frysta desserter till grossister, storhushåll, konsumenter och till andra företag inom branschen. Vaniljglass och glassbåtar är de två största produkterna.

Vaniljglassens ingredienser består av vatten, grädde, stärkelsesirap, vassleproteinkoncentrat, socker, skummjörkspulver och äggula medan glassbåtarna består av vaniljglass utan äggula samt jordgubbssylt, kakaodoppmassa och våffla. Vaniljglassens produceras genom att först blanda de torra ingredienserna (socker, skummjörkspulver, vassleproteinkoncentrat och stabiliserings- och emulgeringsmedel). Sedan tillsätts äggula och kyld returnmix (svinn som uppkommit vid tidigare glassproduktion). Nästa steg är att blanda i kyld grädde, ljummen glukossirap och 70-gradigt vatten. Efter sammanblandningen filtreras, homogeniseras och pastöriseras glassen för att sedan kylas. Glassmixen får efter det mogna i 3-5 grader under 2 timmar till 5 dygn då vanilj arom med vaniljmärg tillsätts. Glassmixen fryses i samband med att luft tillsätts för att få en bra konsistens. Efter det paketeras den i en PP-plastburk. Sex burkar sätts samman i en distributionsförpackning av wellpapp som sedan palleteras och sveps in i tunn PE-plast.

Till glassbåtarna används vaniljglass som produceras på samma sätt som beskrivet ovan (fast utan äggula). Efter att glassmixen mognat och frysts så pumpas den upp i fyllningsmaskinen. Sylt och glass fylls samtidigt i våfflan. För att glassen ska bli stabil härddas den i -30 till -33 grader under 45 minuter. Efter härdningen doppas glassen i kakaodoppmassa för att få sitt chokladöverdrag. Den färdiga glassbåten slås in i OPP-plastfilm varefter dessa inplastade båtar förpackas manuellt i WLC-kartonger om sex glassbåtar vardera. Dessa kartonger slås ihop sex och sex med plastband varefter de palleteras och plastas in med tunn PE-plast.

Glassen lagras i ett fabriksanslutet lager där temperaturen ligger på -23 grader, varefter transport till fryslager i Halmstad sker.

Data för glasstillverkning har tagits fram genom inventering på plats i SIA Glass produktionsanläggning samt med inventeringsformulär, telefon och e-postkontakt. Vid inventeringsbesöket förklarades och demonstrerades produktionssystemet och produktionsdata samlades in angående produktflöden, råvaror, producerade artiklar, energiförbrukning, energislut, förpackningar, avfallshantering och transporter. Data för glasstillverkning avser flöden och resursåtgång för helåret 2008.

Energien som används i fabrik och lager består främst av el men det används också en del naturgas. Elanvändningen för glassbåtsproduktion var 0,32 kWh/FE och elanvändning för vaniljglassen var 0,34 kWh/FE, båda framräknade genom ekonomisk allokering mellan producerade varor i fabriken. I dessa siffror ingår även energianvändningen för kontorsdelen. Svensk elmix inklusive importerad el har använts i beräkningarna (Ecoinvent, 2007). Naturgasanvändningen uppgick till 0,012 kWh/FE glassbåtar och 0,013 kWh/FE vaniljglass. Data som använts för naturgasen kommer från Ecoinvent (2007).

Totalt spill för produkterna varierar med ingredienserna då spill har angetts vid olika processteg. Spillet som har använts vid beräkning av ingrediensåtgång för vaniljglassen var 0,5-0,7 %. Spillet för glassbåtarna var 1,6-1,8 %. Spill vid diskning är också inkluderat för båda produkterna; 1,5 g/4,41 kg (0,03%) för vaniljglassen och 3 g/1,872 kg (0,16%) för glassbåtarna. En del av spillet som angetts är returnmix; 1,8 % för vaniljglassen och

glassbåtarna. Denna del av spillet klassas inte som spill i denna studie, då den återvinns och blir till nya produkter. Denna returmix kan dock inte alltid användas, varför ett visst spill uppstår. Om detta spill kunde beräknas och inkluderas skulle klimatbelastningen för både glassbåten och vaniljglassen öka. Den kylning som krävs av returmixen är inkluderad i energiåtgången för de två produkterna, då energiåtgången är allokerad för vaniljglass- respektive glassbåtsproduktion. Vaniljglassen som kvalitetstestas skänks bort och klassas därför inte som miljösvinn. Inte heller den del av glassen som går till andrasorteringsbutiken klassas som miljösvinn, då den faktiskt konsumeras.

Vid diskning av utrustning åtgår lut, syra och skum. Klimatdata för skum visade sig vara bristfällig i litteratur och databaser och har därför uteslutits med argumentet att mängden som används är liten i förhållande till produktionen (endast 0,2 g/kg glass). Data för lut och salpetersyra är däremot inkluderad. Data som använts för dessa är från Ecoinvent (Sodium hydroxide, 50% in H₂O, production mix för lut och Nitric acid, 50% in H₂O för salpetersyra). Åtgången var ~0,02 g salpetersyra/kg glass och ~0,04 g lut/kg vaniljglass respektive ~0,08 g lut/kg glassbåtar.

Externt fryslager

Den färdiga glassen lagras i ett externt fryslager i Halmstad ca 2 veckor (uppskattning av SIA Glass). Energiåtgången i fryslagret har räknats ut på volymbasis, dvs med avseende på utrymmet som glassen utnyttjar i lagret (8750 m³). Energiåtgången var 0,01 kWh för ett sexpack glassbåtar respektive 1,5 liter vaniljglass som förvaras i lagret under 2 veckor. Elen som används är baserad på vattenkraft (personlig kontakt Tomas Wohlin, Wohlins Fryshus AB, 2009).

Efter lagring i Halmstad förvaras glassen på ett grossistlager i Västerås. För denna förvaring om 1 vecka har data från ett projekt som tidigare utförts på SIK angående en laxkedja använts, där frysförvaring hos grossist uppgick till 0,95 MJ/kg produkt för förvaring under 4 veckor (Ziegler, 2002). För att anpassa data till denna studie har 25 % av denna energiåtgång använts då förvaringstiden här är en vecka.

Handel

Energianvändning i butik har antagits vara 3,8 MJ el/kg produkt för förvaring i frys 7 dagar, baserat på en studie om butikens påverkan för livsmedelsprodukter i ett livscykelerspektiv (Carlsson & Sonesson, 2000). Data för svensk elmix inklusive import från Ecoinvent (2007) har använts för denna energikonsumtion. Butiken har antagits ligga i Stockholm.

Hushållet

Energiåtgången hos konsument har för förvaring av glassen i frys under 10 dagar beräknats vara 0,35 MJ/kg glass (Sonesson et al., 2003). I resultaten presenteras konsumentledet inklusive hemtransport från affär till hushåll. Både affären och hushållet har antagits ligga i Stockholm.

Transporter

Transporter mellan de olika instanserna ingrediensproduktion, fabrik, lager, butik och konsument inventerades specifikt med avseende på avstånd. En 60/40 tons lastbil (för frysta transporter med frysaggregat) med 50 % lastgrad användes för alla transporter utom konsumenttransporten.

Inkommande transporter till glassindustrin

Transportavstånd för intransporter av ingredienser till fabriken har inventerats från Siaglass och deras leverantörer.

Tabell 5. Inkommande produkter dess transportväg, transportsätt och avstånd.

Produkt	Transport	Transportsätt	Avstånd
Grädde	Falkenberg – Slöinge	Truck with freeze equipment 60/40 tonnes, 50 % load factor	10 km
Stärkelsesirap	Växjö – Slöinge	Truck with freeze equipment 60/40 tonnes, 50 % load factor	154 km
Vassleprotein-koncentrat	Macon (Frankrike) – Slöinge	Truck with freeze equipment 60/40 tonnes, 50 % load factor	1600 km
Socker	Arlöv – Slöinge	Truck with freeze equipment 60/40 tonnes, 50 % load factor	130 km
Skummjörkspulver	Vimmerby – Slöinge	Truck with freeze equipment 60/40 tonnes, 50 % load factor	325 km
Äggula	Skara – Slöinge	Truck with freeze equipment 60/40 tonnes, 50 % load factor	240 km
Jordgubbssylt	Getinge – Slöinge	Truck with freeze equipment 60/40 tonnes, 50 % load factor	15 km
Kakaodoppmassa	Mjölby – Slöinge	Truck with freeze equipment 60/40 tonnes, 50 % load factor	300 km
Rån	Strömsund – Slöinge	Truck with freeze equipment 60/40 tonnes, 50 % load factor	1030 km

Utgående transporter från glassindustrin

Transporter från Siaglass fabrik i Slöinge till grossistlager och butik har inventerats med avseende på avstånd mellan de olika orterna Slöinge, Halmstad, Västerås och slutligen Stockholm, där medelbutiken antas ligga. Lastgraden för lastbilarna har antagits vara 50 % och de lastbilar som används i beräkningarna är en lastbil med frysaggregat, 40/60 ton där infrastruktur för vägar mm är inkluderat. Bränsleåtgång baseras på NTM och frysningen har beräknats öka energiförbrukningen med 30 % (NTM, 2008).

Avståndet mellan fabrik (Slöinge) till första grossistlagret (Halmstad) är 30 km, sträckan mellan grossistlager 1 och grossistlager 2 (Västerås) är 517 km och mellan grossistlager 2 och butik (Stockholm) har avståndet 108 km använts. För transport av glassbåtar och vaniljglass från affären till konsument har en passagerarbil miljöklass 1 använts, och sträckan antas enligt Orremo et al. 1999 vara 7,81 km. Enligt samma källa så åker 59 % av konsumenterna bil till och från affären och 41 % går eller utnyttjar kollektivtrafik. Klimatbelastning av hemtransport har endast tillskrivits bilisterna. Glassbåtarna (420 g) antas motsvara 10 % av vikten på de varor som inhandlas vid inköpstillfället. För paketet med vaniljglass (735 g) har vikten antagits motsvara 17,5 % av vikten på de inhandlade varorna. Hemtransportens potentiella klimatpåverkan tillfaller till skillnad från de andra produkterna konsumentledet.

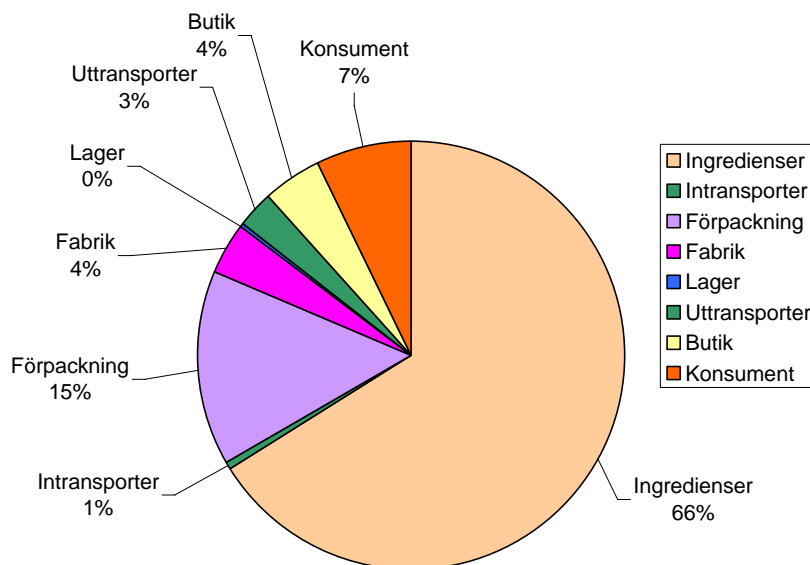
5. RESULTAT

Resultaten av beräkningarna av vaniljglassens och glassbåtarnas utsläpp av växthusgaser i ett livscykelperspektiv presenteras nedan. Först presenteras totalresultaten för varje delsteg (ingredienser, intransporter, förpackning, fabrik, lager, uttransporter, butik, konsument) i vaniljglassens livscykel följt av en genomgång av varje ingrediens bidrag. Efter det följer en presentation av glassbåtarnas resultat på samma sätt.

Vaniljglass

Den potentiella klimatpåverkan från livscykeln av 1,5 liter vaniljglass inklusive förpackning uppgick till ca 2 kg CO₂-ekvivalenter. Varje delstegs bidrag illustreras i figur 10. Andelen som kan kopplas till ingrediensproduktion är ca 66 %. Produktion och avfallshantering av förpackning är den näst störst bidragande livscykelfasen för vaniljglassen och står för 15 % av livscykelns växthusgasutsläpp. Konsumentledet (inklusive transport från butik till hushåll) bidrar med

7 % och fabriken energikonsumtion står för 4 % av växthusgasutsläppen. Resterande faser bidrar med 4 % eller mindre; butik 4 %, uttransport av produkt (fabrik-lager-butik) 3 % och intransport av ingredienser till fabrik 1 %. Lagringen bidrar med <0,5 % till livscykelns klimatpåverkan.



Figur 10. Potentiell klimatpåverkan från varje delsteg i livscykeln av 1,5 liter vaniljglass inklusive förpackning.

Att ingrediensproduktion bidrar mest till vaniljglassens klimatpåverkan var väntat då jordbruket (primärproduktion) ofta spelar störst roll i en produkts livscykel, speciellt när det gäller animaliska produkter. De animaliska produkterna i glassen är grädde, mjölkpulver, vassleprotein koncentrat och äggula. Från jordbruket bidrar inte bara CO₂-utsläpp utan även metan (CH₄) från nötkreaturens fodermältning och lustgas (N₂O) från kvävegödsling. Metan bidrar med faktor 25 jämfört med koldioxid till potentiell klimatförändring (IPCC, 2007) och

är det viktigaste bidraget till klimatförändringar vid nötkött- och mjölkproduktion; en genomsnittlig ko släpper ut 120-130 kg metan under ett år (LRF, 2002). Hantering och lagring av flytgödsel orsakar också metanutsläpp. En annan potent växthusgas är lustgas (N₂O) som bildas i marken vid gödsling och avges från marken på åkrarna där man producerar foderråvaror. Lustgas bidrar med en faktor på 298 jämfört med CO₂ (IPCC, 2007). Lustgasen bildas i åkermark vid kvävegödsling. Mineralgödselproduktion och användning bidrar också till lustgas- och koldioxidutsläpp. Koldioxid bildas dessutom i nästan alla led men är inte den dominerande växthusgasen i jordbruket (Cederberg et al., 2009).

Anledningen till förpackningens stora andel av bidraget är att wellpapp- och i synnerhet plastproduktion orsakar stora växthusgasutsläpp. Vid avfallshanteringen av förpackningsmaterialet avgår också växthusgaser, dock räknas andelen materialåtervunnet material med som sluppen produktion av förpackning, vilket ger ett negativt bidrag till klimatpåverkan (som minskar förpackningens totala påverkan). Förpackningsresultat uppdelat på förpackningsmaterial presenteras i förbättringsanalysen, figur 14. Att konsumentledet också har en betydande roll beror på den ofta ineffektiva hemtransporten som sker i personbil med låg lastgrad (i jämförelse med lastbilstransporter där varor staplas optimalt för att minimera transportkostanden).

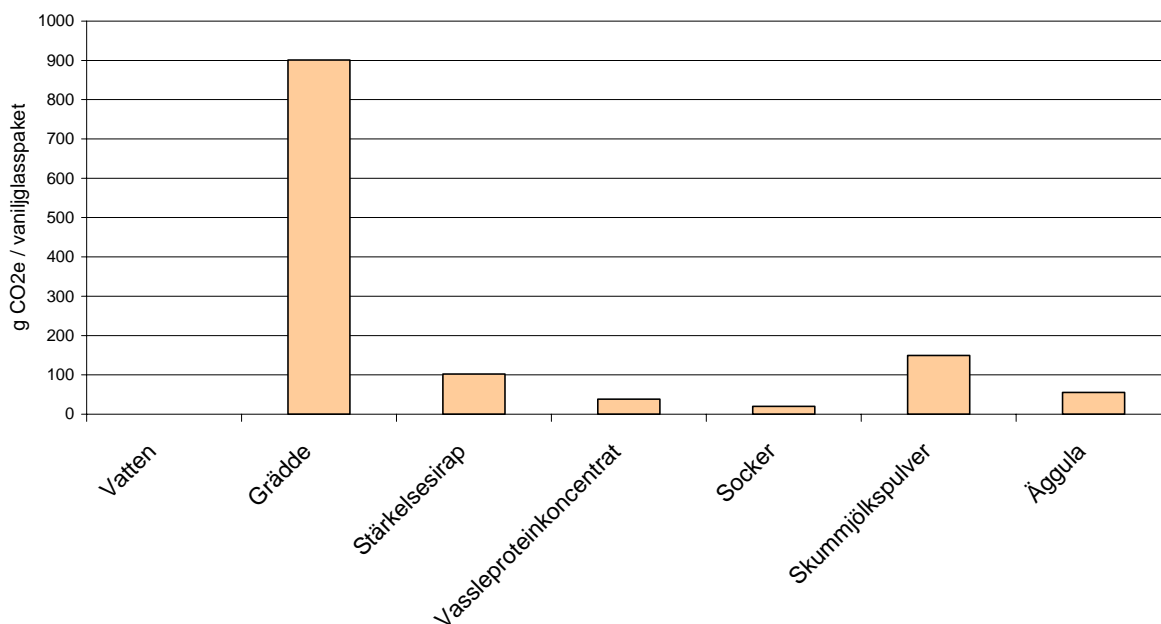
Fabrikens bidrag med 4 % av vaniljglassens klimatpåverkan kommer från energianvändning i fabriksledet och inkluderar inte det spill som uppstår i fabriken. Om man räknar med spillet blir andelen växthusgaser som uppstår i detta led högre (en del av jordbrukets klimatpåverkan skrivs då till fabriksledet, för att det är här det extra produktionsbehovet uppstår), vilket visas i förbättringsanalysen, figur 16 och 17.

I butiken är det energigtången i frysdysken som ger det 4 %-iga bidraget. Uttransport utgörs av transporterna från SIAglass, via två grossistlager och slutligen till butik och totalt utgör dessa transporter 3 % av vaniljglassens klimatpåverkan. Intransport av ingredienser och råvaror till SIA Glass fabrik står endast för 1 % av växthusgasutsläppen. Alla ingredienser utom vassleproteinet är svenska, vassleproteinet är från Macon i Frankrike, och denna ingrediens utgör också den längsta transporten (1600 km). Det externa fryslagret har låg klimatpåverkan eftersom de köper in 100 % förnyelsebar energi (vattenkraft).

Vaniljglassingrediensernas bidrag till klimatpåverkan

Eftersom ingrediensproduktionen visade sig vara den livscykel fas som bidrog mest till vaniljglassens klimatpåverkan presenteras resultatet också för varje enskild ingrediens i figur 11. Procentuell andel av varje ingrediens bidrag återfinns i tabell 6. I figur 11 är ingredienserna ordnade i viktordning med störst andel i glassen till vänster och minst andel till höger i diagrammet. Receptet på vaniljglass redogörs för i inventeringskapitlet.

Vaniljglass



Figur 11. Vaniljglassingrediensernas bidrag till klimatpåverkan per 1,5 liter vaniljglass.

Tabell 6. Vaniljglassens ingrediensers bidrag till klimatpåverkan per 1,5 liter vaniljglass (numeriska värden).

VANILJGLASS 1,5 liter	
Ingrediens	Procentuellt bidrag till klimatpåverkan av vaniljglass
Vatten	0 %
Grädde	71 %
Stärkelsesirap	8 %
Vassleproteinkoncentrat	3 %
Socketer	2 %
Skummjölkspulver	12 %
Äggula	4 %
TOTALT INGREDIENSER	100 %

* FE= 1,5 liter vaniljglasspaket konsumerade i hushållet

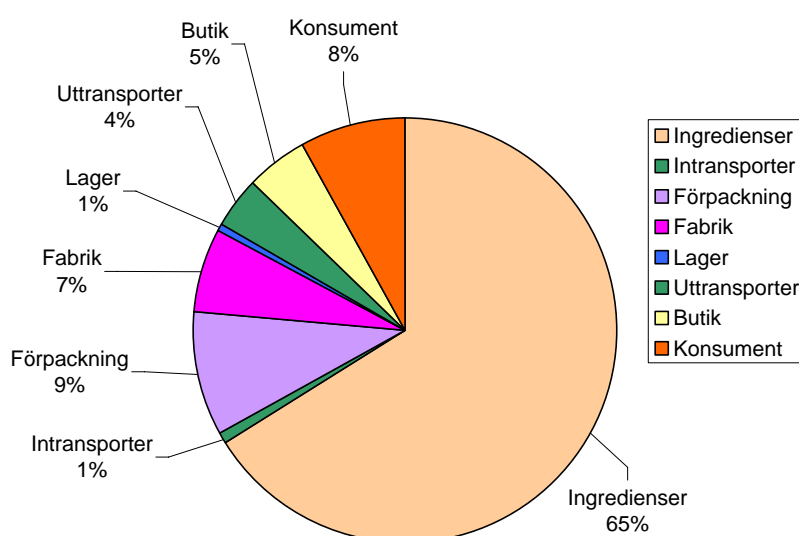
Grädden har det absolut största bidraget till klimatpåverkan av ingredienserna i vaniljglassen, 71 % av ingrediensbidraget kommer från denna animaliska produkt. Även skummjölkspulver, som utgör en förhållandevis liten del av ingrediensmixen, bidrar relativt mycket till klimatpåverkan, p.g.a att det krävs mycket mjölk för att producera mjölkpulver. Som tidigare nämnts är växthusgasutsläppen relativt stora för mjölkprodukter framförallt p.g.a kornas metanutsläpp. Skummjölkspulvrets andel av ingrediensernas klimatpåverkan uppgår till 12 %.

Stärkelsesirapens bidrag är 8 % och det är odling av vete som står för den huvudsakliga klimatpåverkan. Här är det avgång av lustgas från kvävegödsel och koldioxid från dieselförbränning som utgör de viktigaste växthusgaserna. Vid produktion av äggen som används till äggulan i vaniljglassen (4 % bidrag) är det hönsfodret som bidrar till största delen av klimatpåverkan. I en studie av svensk äggproduktion visade det sig att mer än 70 % av klimatpåverkan för äggen kommer från foderproduktionen (Sonesson et al., 2008). Det 3 % -iga bidraget från vassleproteinkoncentrat kommer från både råvaran vassle och torkningen till koncentrat. Vassle som är en animalisk produkt är en biprodukt från osttillverkning. Vid osttillverkning är det råvaran mjölk med metangasutsläpp samt bakomliggande jordbruksaktiviteter som står för över 90 % av växthusgasutsläppen. Eftersom SIA Glass importerar vassleproteinkoncentratet från Frankrike så har fransk elmix antagits för torkningen vilket ger ett större bidrag till klimatpåverkan än vad svensk elmix gör.

Sockrets bidrag till vaniljglassen är endast 2 % och dessa växthusgaser härrör främst från energianvändningen i sockerindustrin och från odlingen av sockerbetor. Från odlingen så är det lustgas (N_2O) som utgör det största bidraget till klimatpåverkan. Vattnets bidrag till vaniljglassens växthuseffektpåverkan är negligerbart trots att det är den största ingrediensen viktmässigt.

Glassbåtar

Aktiviteter i livscykeln för en förpackning innehållande sex glassbåtar konsumerade i hushållet har en potentiell påverkan på klimatet med ca 1 kg CO₂-ekvivalenter. Ingrediensproduktion dominerar klimatpåverkan även för glassbåtarna, här står ingrediensproduktionen för 65 % av total klimatpåverkan för ett 6-pack glassbåtar. Hemtransporten bidrar, på samma sätt som vaniljglassen, till en stor del av klimatpåverkan, 8 % härleds till hushållet. Förpackningens bidrag är lite mindre än för vaniljglassförpackningen, 9 %, skillnaden här är att förpackningen består av en liten del polypropenplast (OPP) och en större del kartong. Butik, fabrik och uttransport är i samma storleksordning, 4-7 % medan intransporter och lager endast står för 1 % vardera av totala klimatpåverkan.



Figur 12. Klimatpåverkan från varje delsteg i livscykeln för ett 6-pack glassbåtar inklusive förpackning

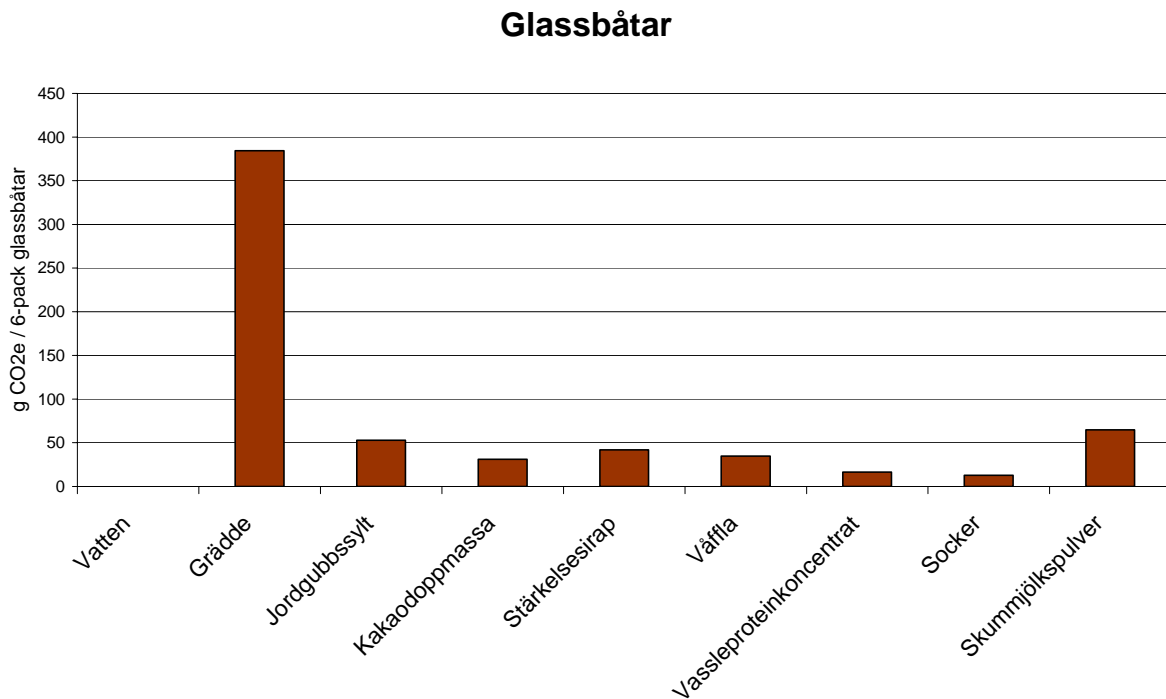
Glassbåtarnas ingredienser består av vaniljglass (exklusive äggula), jordgubbssylt, kakaodoppmassa och våffla. Av dessa är det vaniljglassen som ger störst klimatpåverkan. Precis som för vaniljglassen är de animaliska produkterna som ger det största bidraget till klimatpåverkan (grädde, mjölkpulver och vassleprotein). Utsläppen av lustgas, metan och koldioxid i jordbruket utgör en stor del av detta bidrag.

Förpackningen, som består av 6 plastomslag i OPP och en låda i kartong, ger ett relativt stort bidrag till glassbåtarnas klimatpåverkan. Trots att mängden plast i dessa sex tunna plastomslag är låg ger de ett större bidrag till klimatpåverkan än kartongen, se analys av förpackningsresultaten i förbättringsanalyskapitlet. Konsumentledets stora bidrag beror främst på den ineffektiva hemtransporten som ofta sker med personbil med låg lastgrad. Fabrikens bidrag utgörs i stort sett av energianvändningen i form av el och olja. Spillet i fabriksled är inte inkluderat i fabriakens 7 %-iga bidrag förutom den energi och avfallshantering spillet ger upphov till. Spill av ingredienser är inkluderat i ingrediensledet i figur 12. I förbättringsanalysen presenteras fabriakens möjligheter till minskad miljöpåverkan och där

behandlas fabriksspillet, fig 17. Butik, uttransport, intransport och lager har liknande resultat som för vaniljglassen.

Glassbåtsingrediensernas bidrag till klimatpåverkan

De enskilda glassbåtsingrediensernas bidrag till klimatpåverkan åskådliggörs i fig. 13. Det procentuella bidraget från varje ingrediens återfinns i tabell 7. I figur 13 är ingredienserna ordnade i viktordning med störst andel i glassen till vänster och minst andel till höger i diagrammet. Receptet på glassbåtarna redovisas i inventeringskapitlet.



Figur 13. Glassbåtsingrediensernas bidrag till klimatpåverkan per 6-pack glassbåtsförpackning.

Skillnaden mellan ingredienserna i vaniljglassen och glassbåtarna är att i glassbåtarna ingår förutom vaniljglass även jordgubbssylt, våffla och kakaodoppmassa, men inte äggula. För beskrivning av resultatet för vaniljglassens ingredienser se ovan. Jordgubbssyltens bidrag ligger på 8 % och orsakas till största delen av energiförbrukningen i syltindustrin och produktion av socker. Klimatavtrycket för våffelproduktionen (5 %) kommer främst från vetemjölproduktion, 47 % kan tillskrivas vetemjålet och 23 % av våffloras klimatgasutsläpp kommer från gasolanvändning i fabrik. Transporterna är också synliga här, de står för 22 % av växthusgaserna. Rapsoljeproduktion bidrar med 3,5 % och elanvändning med 2,7 %. Kakaodoppmassans klimatgasutsläpp (5 %) kommer främst från chokoladens ingredienser där produktionen av kakaomassa och socker bidrar mest till klimatgasutsläppen.

Tabell 7. Kvantitativa resultat av glassbåtsingrediensernas bidrag till klimatpåverkan per 6-pack glassbåtpaket.

6-PACK GLASSBÅTAR

Ingrediens	Procentuellt bidrag till klimatpåverkan av glassbåtar
Vatten	0
Grädde	60 %
Jordgubbssylt	8 %
Kakaodoppmassa	5 %
Stärkelsesirap	7 %
Våffla	5 %
Vassleproteinkoncentrat	3 %
Socker	2 %
Skummjölkspulver	10 %
<i>TOTALT INGREDIENSER</i>	<i>100 %</i>

* FE = Förpackning innehållande sex glassbåtar konsumerade i hushållet

6. Förbättringsanalys

Förutom att beräkna klimatpåverkan från vaniljglassens och glassbåtarnas livscyklar så är även syftet med denna studie att ta fram förbättringsförslag som kan minska produkternas klimatpåverkan.

Ingredienser

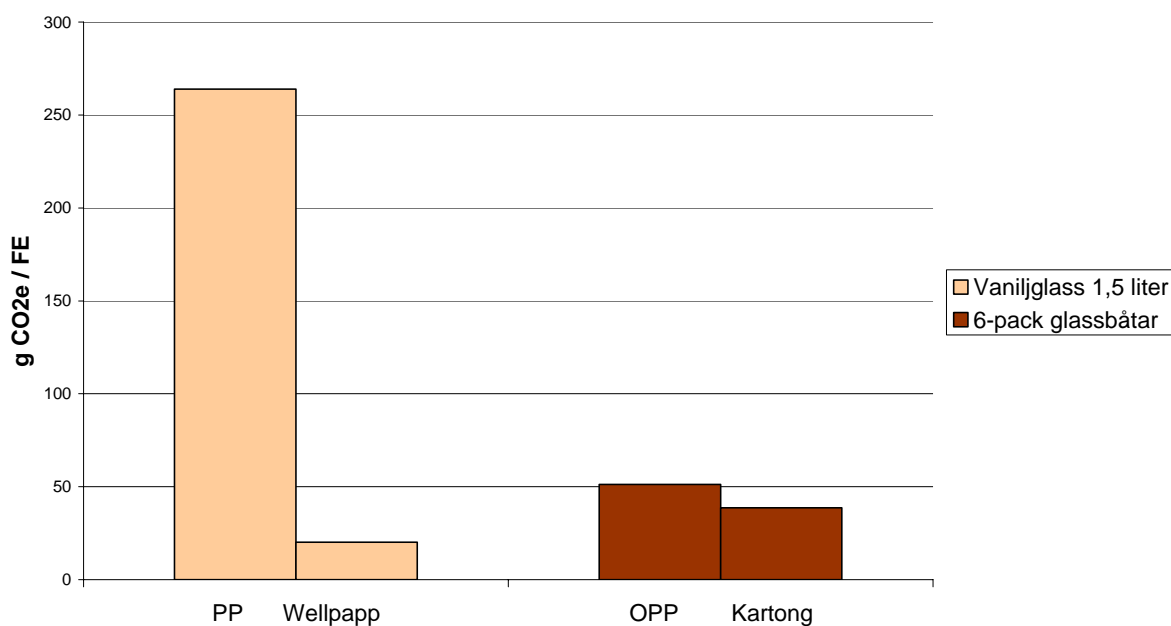
Från resultatet är det tydligt att det är produktion av ingredienserna som ger störst bidrag till klimatpåverkan. Det är ett vanligt resultat vid jämförelse med andra livscykelanalyser på livsmedel (LRF, 2002 och Berlin, 2001). Dessutom har olika ingredienser olika påverkan på klimatet. Ett förbättringsförslag till SIA Glass är att tänka igenom sitt val av ingredienser och inbördes proportioner. En stor förbättring skulle uppnås om volymen av grädde och mjölkpulver minskas.

Förpackning

Vaniljglassens förpackning står för 15% av totala klimatpåverkan och glassbåtarnas förpackning står för 9%. Figur 14 presenterar förpackningarnas påverkan på klimatet uppdelat på ingående material för respektive glassar. Anledningen till att glassbåtarnas OPP-plast ser ut att ha mycket lägre påverkan jämfört med vaniljglassens polypropenplast är att mängden OPP är ca 6 gram medan mängden polypropen är ca 60 gram. I själva verket har OPP-plasten större klimatpåverkan per kg plast, men eftersom mindre mängd används blir klimatpåverkan lägre.

Wellpappen som används för vaniljglassförpackningarna är av mindre betydelse i relation till plasten. För glassbåtarna spelar kartongen en större roll, mycket beroende på att mängden kartong är stor i förhållande till mängden plast.

Förpackning: produktion och avfallshantering



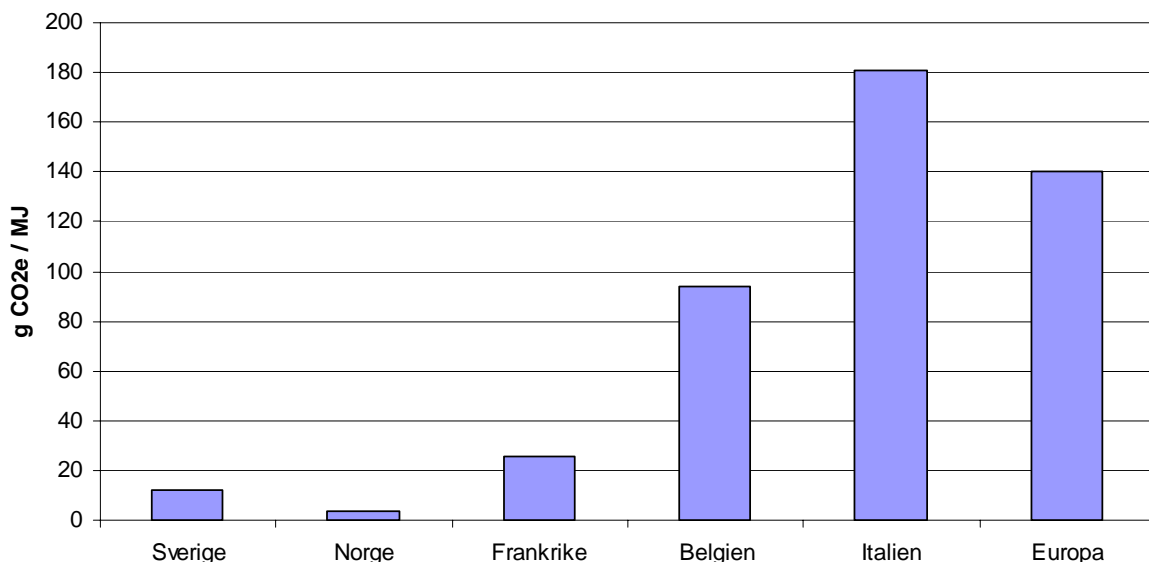
Figur 14. Glassförpackningarnas klimatpåverkan per funktionell enhet uppdelat på ingående material.

När det gäller petroleumbaserade plastförpackningar orsakas en stor del av klimatpåverkan av den fossila råvaran som används för att framställa plastmaterialet, när förpackningen förbränns frigörs växthusgaser från den fossila plasten som påverkar klimatet. Om det finns möjlighet är användning av material från cellulosebaserade källor såsom wellpapp att föredra framför plast, förutsatt att hållbarheten är lika och materialåtgången blir ungefär densamma som vid användning av plastförpackning. Att använda råvara från återvunnet material minskar klimatpåverkan då man i dessa fall endast räknar med processens bidrag till klimatpåverkan. Formen på förpackningen är generellt också viktig då den ger förutsättningar för lagring och transport, men då dessa livscyklifaser visats ha mindre påverkan för SIA Glass produkter är inte detta en viktig parameter för dessa produkters klimatpåverkan.

En annan betydande del av klimatpåverkan från förpackningsproduktion kommer från energin som används vid framställningen. Både plasten i glassbåten och vaniljglassen produceras i länder som har en elmix som ger upphov till en hög klimatpåverkan. Figur 15 visar klimatpåverkan från elproduktion i olika länder. OPP:n i glassbåten produceras i Italien och granulatet till vaniljglassförpackningen kommer från Belgien (formsprutas sedan på en anläggning i Sverige). Klimatpåverkan från dessa material skulle kunna minskas genom att producera dem med en mer klimatvänlig elmix, eller ursprungsmärkt el. Detta kan ges som förbättringsförslag från SIA Glass till förpackningsleverantören.

Det enklaste sättet att minska klimatpåverkan från förpackningarna är att minska mängden använt material och minimera förpackningsspillet. Förpackningens funktion måste dock motsvara den tidigare för att god hållbarhet ska kunna bibehållas, då god hållbarhet leder till lågt spill i hemmet, som är en förutsättning för att produktens totala klimatpåverkan ska hållas nere.

Klimatgasutsläpp från elproduktion

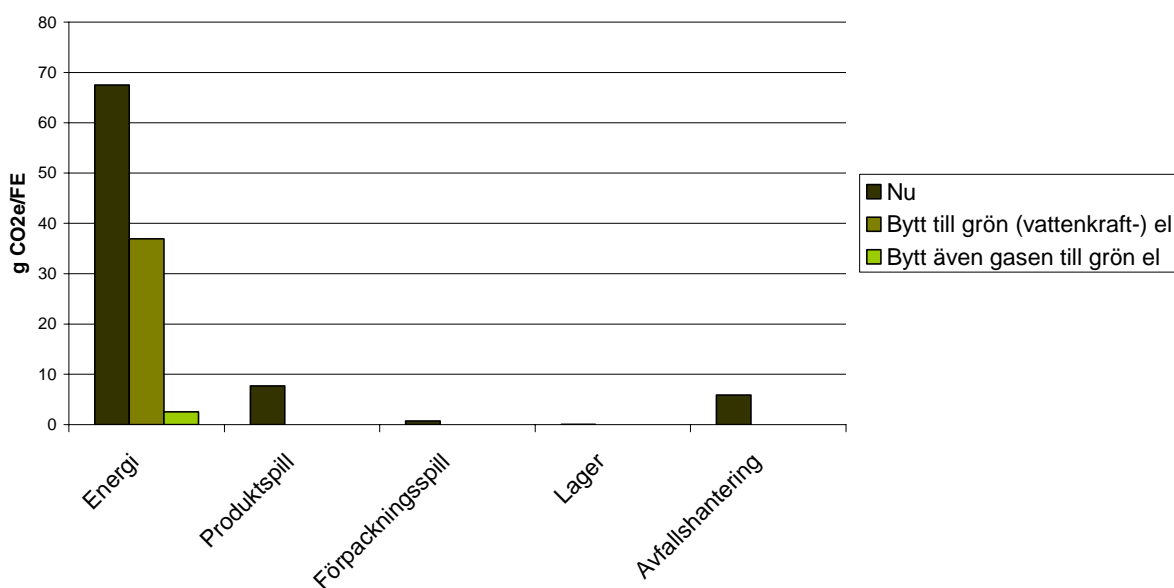


Figur 15. Klimatpåverkan från elproduktion i olika länder.

Produktionsförbättringar

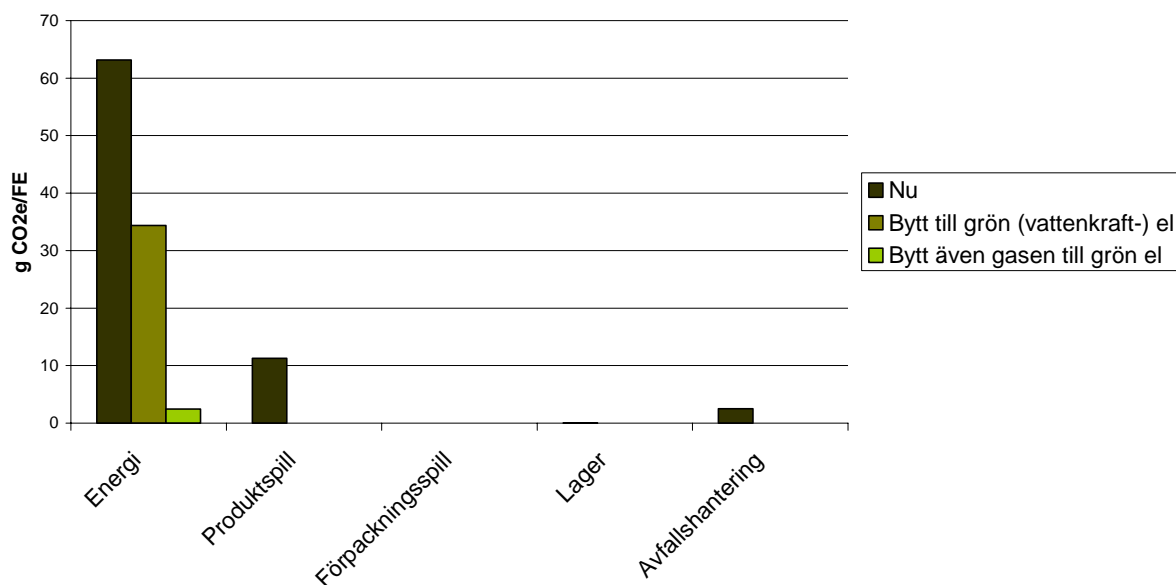
I detta avsnitt är syftet att synliggöra klimatpåverkan från SIA Glass produktion. I produktionen ingår energiförbrukning, produktspill i processningen, förpackningsspill i fabriken, avfallshantering av det avfall som produceras på anläggningen samt lagring. Anledningen till att total energiförbrukning och alla lagringssteg har inkluderats är att dessa kan varieras utan att produkten eller förpackningen ändras. Figur 16 och 17 visar SIA Glass produktions påverkan på klimatet uppdelat på ovanstående parametrar.

VANILJGLASS: Växthusgasutsläpp fabrik (produkt exkluderad)



Figur 16. De mörkgröna staplarna visar vaniljglassproduktionens potentiella klimatpåverkan. De oliv- och ljusgröna staplarna visar resultat vid byte av energikälla.

GLASSBÅTAR: Växthusgasutsläpp fabrik (produkt exkluderad)



Figur 17. De mörkgröna staplarna visar glassbåtsproduktionens potentiella klimatpåverkan. De oliv- och ljusgröna staplarna visar resultat vid byte av energikälla.

De mörkgröna staplarna i figur 16 och 17 visar att det är energiförbrukningen i glassproduktionen som ger störst klimatpåverkan följt av produktspill och avfallshantering. Förpackningsspill och det externa fryslagret har negligerbar klimatpåverkan. För att minska energiförbrukningens påverkan bör man arbeta med energieffektivisering och se över vilken energikälla som används. Fabriken använder idag en mix av el och naturgas. En förbättringsåtgärd är att byta elmix till ursprungsmärkt grön el från t ex vattenkraft eller vindkraft. Om man väljer vindkraft som energikälla kan det vara en fördel att bygga ett eget vindkraftverk då detta även ger en ekonomisk fördel i form av billig el. Användning av vattenkraft har här använts som förbättringsscenario. Vid byte till vattenkraft skulle klimatpåverkan från energiförbrukningen nära halveras vilket visas i den olivgröna stapeln i figur 16 och 17. För att ta ännu ett steg i rätt riktning skulle man även kunna byta ut den fossila energidelen (naturgasen) mot grön el. Om denna förbättringsåtgärd genomförs blir produktionens klimatbidrag endast 4 % av det ursprungliga, se den ljusgröna stapeln i figur 16 och 17.

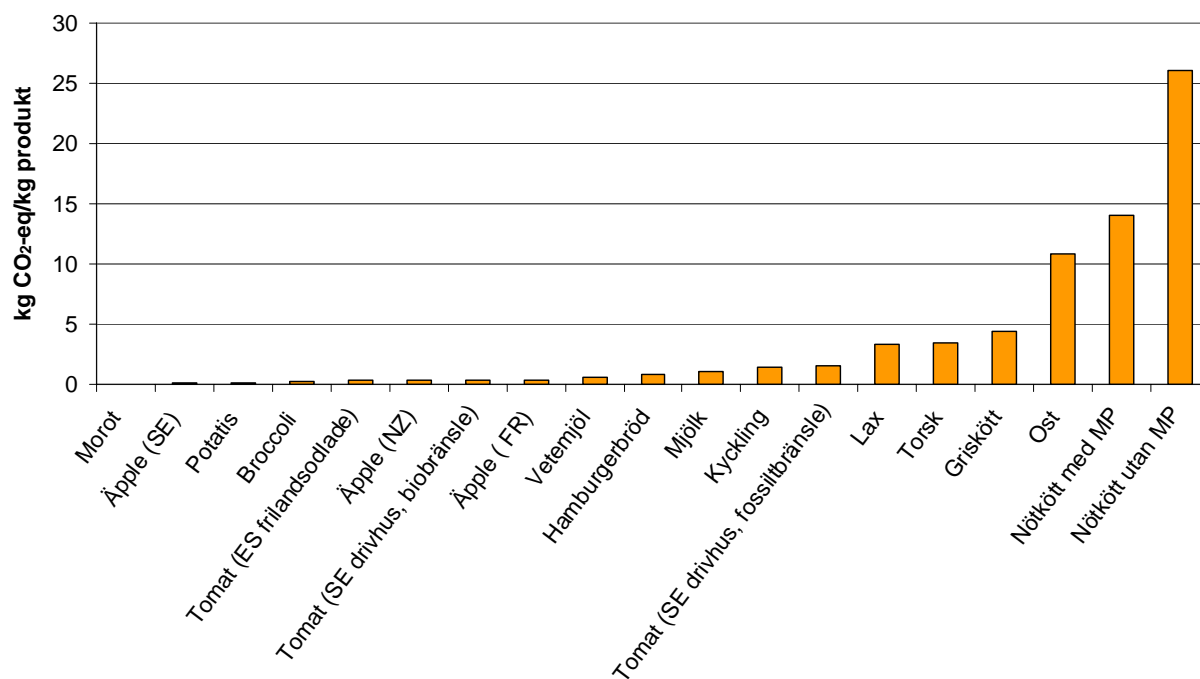
Produktspill i fabriksled är relativt lågt, vilket gör att detta inte har ett väsentligt bidrag till fabriken klimatpåverkan. Trots detta är ingrediensspill viktigt att se över då det ökar ingrediensåtgången, som är viktig ur klimatsynpunkt. Energiåtgång för att processa ingredienser som inte blir till produkter bör också minimeras då den inte fyller någon funktion. Det bör poängteras att SIA Glass har en tradition att arbeta med returmix vilket gör att det totala spillet är lågt. Spill av returmix har inte medräknats, då det har antagits att returmixen alltid används. I verkligheten uppstår det dock ibland returmixspill. Att ha en returmixhantering kan göra att fokus på spillminimering tappas då den ibland kan ha en tendens att användas som buffert. Trots att det mesta av returmixen används så har denna glass gått igenom delar av processen två gånger och orsakar då som tidigare nämnts dubbel energiförbrukning. Dessutom åtgår det energi att hålla returmixen fryst innan den återanvänds. En möjlig förbättring är att planera produktionen så att returmixhanteringen inte

behövs. Dessutom skulle en förbättringsmöjlighet vara att fokusera på att få ned spillet vid byte av smak på glasslinjen så att returmixhantering blir onödig vid körningar av glass i låga volymer.

Förpackningsspillet har inget större bidrag till klimatpåverkan, vilket visar på en effektiv förpackningshantering i fabriken. Lagret i Halmstad som SIA Glass hyr in sig i har väldigt låg klimatpåverkan tack vare ursprungsmärkt grön svensk el.

7. Diskussion

Klimatpåverkan för 1,5 liter förpackad vaniljglass konsumerad i hushållet var 2 kg CO₂-ekvivalenter för vaniljglass och för en förpackning med sex glassbåtar konsumerad i hushållet 1 kg CO₂-ekvivalenter. Om resultatet räknas ut per kg glass blir det 3 kg CO₂-ekvivalenter för 1 kg vaniljglass och 2,5 kg CO₂-ekvivalenter för 1 kg glassbåtar. Nedanstående diagram (figur 18) visar resultat från växthusgasberäkningar i ett livscykelperspektiv för andra livsmedel. Glassen hamnar ungefär på samma nivå som tomater som odlats i drivhus med fossilt bränsle. Mjolk, som är en praktiskt taget oförädlad animalisk produkt har lägre klimatpåverkan än glassen, medan ost som kräver ca 10 kg mjolk per kg produkt har en högre påverkan än glassen.



Figur 18. Växthusgasutsläpp i ett livscykelperspektiv för olika livsmedelsprodukter. MP är en förkortning av mjölkproduktion.

Eftersom glass är ett vanligt dessertalternativ har en jämförelse gjorts mellan tre varianter på glassdesserter. Det första dessertalternativet är en glassbåt, det andra är en dessertportion vaniljglass och det tredje är en portion frukt eller bär plockade i trädgården med vaniljglass till. Frukt och bär plockade i egen trädgård anses inte bidra till klimatpåverkan.

Tabell 8. Tre desserters bidrag till klimatpåverkan.

Dessert	Mängd	Utsläpp av växthusgaser
En glassbåt	70 g	0,17 kg CO ₂ -ekvivalenter
En portion vaniljglass	1,5 dl vaniljglass (74g)	0,21 kg CO ₂ -ekvivalenter
Frukt och bär med vaniljglass	Frukt och bär + 1,2 dl vaniljglass (59g)	0,17 kg CO ₂ -ekvivalenter

Enligt tabell 8 bidrar en glassbåt och en dessert med frukt och vaniljglass lika mycket till klimatpåverkan trots att mängden glassbåt är större än mängden vaniljglass. Detta beror på att det är större mängd vaniljglass i frukt och glass desserten än i glassbåten. Glassbåten

innehåller förutom vaniljglass även jordgubbssylt, rån och choklad. Dessa ingredienser har en lägre klimatpåverkan än vaniljglassen.

Grädden visades som sagt vara den ingrediens som bidrar mest till växthusgaserna. En viss osäkerhet finns dock alltid i de siffror som används, varför flera datapunkter har använts för uträkning av gräddens klimatpåverkan. Indata för grädde baseras på mjölkdata från en studie utförd 2009 och baseras på statistik från svensk mjölkproduktion. Eftersom studien är tidsmässigt aktuell och den baseras på ett stort antal mjölkgårdar bedömer vi att data för mjölkproduktion är den bästa som finns tillgänglig. På mejerinivå har vi använt data från två stora svenska producenter som förutom grädde producerar helmjölkspulver och skummjölkspulver. Data är inventerat 2008 och 2009 och är alltså tidsmässigt aktuellt. Det optimala fallet hade varit att inventera alla svenska mejerier som producerar grädde och använt ett medelvärde på dessa data. Tyvärr finns ingen sådan studie att tillgå så bedömningen av mejeridata för grädden är att det är den bästa som finns att tillgå i dagsläget. För att få en totalbedömning av datakvaliteten och därmed resultatet på studien har vi bedömt alla våra datakällor (se kapitel Mål och Omfattning) och kommit fram till att datakällorna i denna studie kan klassas som goda till mycket goda.

I förbättringsanalysen lades fokus på förbättringar som SIA Glass kan utföra för att minska klimatpåverkan från aktiviteter i glassarnas livscyklar. Fyra huvudområden analyserades: ingredienser, förpackning, energi och spill. Förslagen ger naturligtvis olika effekt på minskningen av växthusgaserna och de kräver olika mycket resurser att genomföra för SIA Glass. Utbyte av animaliska ingredienser till råvaror med lägre klimatpåverkan kan ge en stor minskning av klimatpåverkan. Då vaniljglassen och glassbåtarna är väletablerade produkter på marknaden är det troligtvis inte aktuellt att ändra deras sammansättning eftersom en receptändring innebär en smakförändring. För livsmedel inom genren s.k. ”utrymmesmat” så är det just smaken som är det viktiga, och viktiga egenskaper för andra livsmedel såsom näringsinnehåll kommer i andra hand. Om man inte vill ändra på mängden råvaror med högt bidrag till växthusgasutsläppen finns snart en annan väg att gå för att minska klimatbelastningen av ingredienserna, nämligen att välja klimatmärkta råvaror. Klimatmärkning av livsmedelsprodukter utreds för närvarande av certifieringsorganen KRAV och Svenskt Sigill. Vid användning av de regler som KRAV och Svenskt Sigill i dagsläget (hösten 2009) arbetar med beräknas en minskning av mjölkprodukters klimatpåverkan med 10-20% vara realistisk. Reglerna innebär bl.a. begränsning av användning av soja och handelsgödsel samt en förbättrad kväveeffektivisering på gårdsnivå. KRAV och Svenskt Sigill kommer att lansera märkningen sent under 2009. Det kommer dock att ta något år innan systemet kommer igång. När klimatmärkningen blivit en realitet finns det möjlighet att välja klimatmärkta ingredienser till glassen.

Innan klimatmärkningen kommer igång kan SIA Glass väga in klimataspekten vid framtagning av nya produkter, genom att överväga vilka ingredienser som ska ingå. Det är då speciellt viktigt att använda så liten andel animaliska ingredienser (såsom grädde, mjölkpulver och vassel) som möjligt. När det gäller förpackningarna så bör SIA Glass se över var någonstans produktionen av förpackningsmaterial sker och vilket energislag som används. Dessa åtgärder skulle kunna sänka klimatpåverkan från förpackningarna betydligt. Ännu viktigare är att se över designen på förpackningarna i syfte att minska använt förpackningsmaterial.

I produktionen finns en rad förbättringsmöjligheter som kan minska klimatpåverkan i olika utsträckning. Vid analys av produktionen utan att inkludera produkterna och deras respektive

förpackningar i resultatet står energianvändningen i produktionen för en stor del av växthusgasutsläppen. Ett sätt att minska energianvändningen är energieffektivisering i fabriken. Att byta till grön el är en åtgärd som ger stort utslag i minskad klimatpåverkan och är lätt att genomföra. Om det är möjligt att ersätta naturgasen med en förnyelsebar energikälla skulle det också ge stora förbättringar. Produktpillet i glassfabriken är lågt men går fortfarande att minska. Returnmixhanteringen är en del i produktionen som borde ses över även om produktionsförändringar ofta är komplicerade att genomföra.

Denna studie har utrett glassarnas utsläpp av växthusgaser i ett livscykelperspektiv. Utsläpp av växthusgaser är bara en av många miljöpåverkanskategorier. För att utreda glassarnas totala miljöpåverkan måste även andra kategorier studeras, som exempelvis övergödning, försurning och biologisk mångfald.

8. Slutsatser

Studien har uppfyllt syftet att kvantifiera klimatpåverkan av glass i ett livscykelperspektiv. Dessutom har den besvarat frågan om vilken del av glassens livscykel som orsakar störst utsläpp av växthusgaser. De största förbättringsmöjligheterna när det gäller att minska klimatpåverkan för glassproducenten är också framtagna. Utifrån lärdomar från studien kan följande slutsatser dras:

- Klimatgasutsläppen för 1,5 liter förpackad vaniljglass konsumerad i hushållet var 2 kg CO₂- ekvivalenter för vaniljglass och för en förpackning med sex glassbåtar konsumerad i hushållet 1 kg CO₂- ekvivalenter.
- Vid beräkning av en desserts bidrag till klimatgasutsläppen gav en glassbåt och en dessertportion frukt och glass lika stor klimatpåverkan: 0,17 kg CO₂- ekvivalenter. En dessertportion med endast vaniljglass bidrog med 0,21 kg CO₂- ekvivalenter.
- Den del av livscykeln som orsakade störst utsläpp av växthusgaser var produktionen av ingredienserna.
- Grädden är den ingrediens som bidrar med störst växthusgasutsläpp.
- Att minska mängden animaliska ingredienser i glassen skulle minska glassens potentiella bidrag till klimatpåverkan.
- Att minska materialmängden i förpackningarna och producera förpackningsmaterialet med klimatvänlig energikälla skulle minska glassens potentiella klimatpåverkan.
- Att energieffektivisera och byta energikällor är de åtgärder som skulle ge störst utslag i minskade halter av växthusgaser vid glassproduktion i fabriksledet.

9. Referenser

- Atkinson B, Mavituna, F. 1983. Biochemical engineering and Biotechnology handbook. Macmillan Publishers Ltd.
- Berlin, J. 2001. Life Cycle Inventory (LCA) of Semi-Hard Cheese. SIK-rapport 692, SIK – Institutet för livsmedel och bioteknik, Göteborg, Sverige
- Carlsson, K. & Sonesson U. 2000. Livscykelinventering av butiker. Data och metoder för att beräkna butikens roll vid LCA av livsmedel. SIK-rapport nr. 676 2000. SIK – Institutet för livsmedel och bioteknik, Göteborg, Sverige
- Cederberg, C., Sonesson, U., Henriksson, M., Sund, V., Davis, J. 2009. Greenhouse gas emissions from Swedish production of meat, milk and eggs 1990 and 2005. SIK-rapport 793, SIK – Institutet för livsmedel och bioteknik, Göteborg, Sverige
- Ecoinvent, 2007. Final report ecoinvent data v2.0. Swiss Centre for LCI, Empa - TSL. Dübendorf, CH.
- Florén, B., Barr, U., Cederberg, C., Davis, J. 2009a. Carbon footprint for Danisco Sugar's factories and their products. Konfidentiell rapport, för publik sammanfattning kontakta SIK– Institutet för livsmedel och bioteknik, Uthållig produktion, Göteborg, Sverige
- Florén, B., Sund, V., Berlin, J. 2009b. Potential climate impact from milk chocolate and dark chocolate. Konfidentiell rapport, för publik sammanfattning kontakta SIK– Institutet för livsmedel och bioteknik, Uthållig produktion, Göteborg, Sverige
- Flysjö, A., Cederberg, C., Strid, I. 2008. LCA-databas för konventionella fodermedel - miljöpåverkan i samband med produktion. Version 1. SIK-rapport 772. SIK – Institutet för livsmedel och bioteknik, Göteborg, Sverige
- Förpacknings- och tidningsinsamlingen, 2009. Riksnivå – återvinningsstatistik: Återvinningsresultat 2008. Hämtat 11 september 2009 från <http://www.ftiab.se/hushall/atervinningen/statistik/riksniva.4.405877db1168b3d892a800093.html>
- IPCC, 2007. Climate Change 2007. Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC) Fourth Assessment Report. The Physical Science Basis <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm>
- ISO 2006a: Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework. ISO 14040:2006(E). International Organization for Standardization. Geneva. Switzerland
- ISO 2006b: Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines. ISO 14044:2006(E). International Organization for Standardization. Geneva. Switzerland.

- LRF, 2002. Maten och miljön, Livscykelanalys av sju livsmedel. LRF, Skövde, Sverige.
- Novel Q, 2008. Deliverable 14.5 Life cycle assessment of conventional versus NP produced strawberry jam (intern projektrapport i EU-projektet Novel Q där SIK deltar).
- Ntiamoah, A. and Afrane, G. 2008. Environmental impacts of cocoa production and processing in Ghana: life cycle assessment approach. Nedladdningsbar från: <http://www.worldcocoaafoundation.org/info-center/document-research-center/documents/Ntiamoah2008.pdf>
- Nätverket för Transporter och Miljön (NTM) 2008. DRAFT Additional CO₂-e-factors in goods transport. www.ntm.a.se
- Orremo, F., Wallin, C., Jönson, G., Ringsberg, K. 1999. IT, mat och miljö, Rapport 5038, Naturvårdsverkets Förlag, Stockholm, Sverige.
- Pré Consultants bv. 2008. Amersfoort, Holland. www.pre.nl
- SIKs miljödatabas 2009. Databas som inkluderar konfidentiell information. SIK– Institutet för livsmedel och bioteknik, Uthållig produktion, Göteborg, Sverige
- Sonesson, U., Janestad, H., Raaholt, B. 2003. Energy for Preparation and Storing of Food – Models for calculation of energy use for cooking and cold storage in households. SIK report 709, SIK – The Swedish Institute for Food and Biotechnology, Gothenburg, Sweden
- Sonesson, U., Cederberg, C., Flysjö, A., Carlsson, B. 2008. Livscykelanalys (LCA) av svenska ägg. SIK-rapport 783, SIK – Institutet för livsmedel och bioteknik, Göteborg, Sverige
- Ziegler, F. 2002. Environmental Assessment of a Swedish, frozen cod product with a life-cycle perspective: A data report. SIK-rapport 696, SIK – Institutet för livsmedel och bioteknik, Göteborg, Sverige