



FAKTA SKOG



Foto: Magnus Måttsons, BioFuel Region

Räkna på klimatnyttan av skoglig bioenergi *En fallstudie av biodrivmedel tillverkat av svartlut*

Serina Ahlgren, Sven Bernesson och Anders Roos

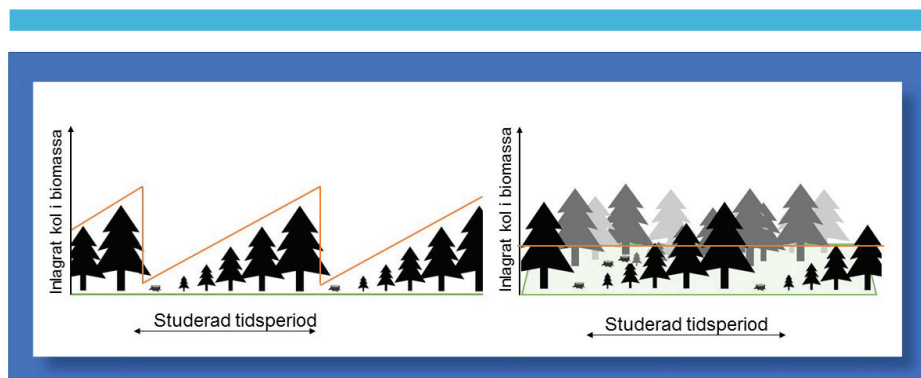
Livscykelanalys (LCA) är en vanlig metod för att beräkna klimatpåverkan av en produkt eller ett system. LCA är användbar för företag som vill minska klimatpåverkan i sina processer och produkter, samt för forskning och lagstiftning.

Det finns dock många antaganden som måste göras i en LCA. För skogliga system är det extra viktigt att tänka på avgränsningar i tid och rum, hur man fördelar utsläppen över olika produkter, och hur man beräknar det kol som lagras och släpps ut från skog och mark. Ett annat viktigt val när klimatnyttan beräknas är vad den skogliga produkten jämförs med (t.ex. ett fossilt bränsle).

Antagandena i en studie måste klargöras för att resultaten ska kunna tolkas. Både val av indata och olika metodval kan påverka resultaten. Antaganden görs ofta av en specifik anledning, för att belysa eller påtala särskilda fakta eller förhållanden och för en viss målgrupp. Det går därmed inte att använda resultaten hur som helst. En LCA-studie som riktar sig till företag bör således inte användas som underlag för att utforma nya lagar, och vice versa.

Det finns olika typer av LCA-studier. Bokförings-LCA används ofta för att jämföra olika produkters miljöpåverkan, medan konsekvens-LCA ofta används för att beskriva miljökonsekvenserna av ett framtida beslut. I bokförings-LCA beräknas endast de direkta miljöeffekterna av en produktionskedja, medan en konsekvens-LCA även beaktar de indirekta miljökonsekvenserna som kan uppstå i flera led i andra produktkedjor. Om exempelvis grödor används till drivmedel kan marknaden för foder påverkas. Beroende på syftet med studien väljs därför den lämpligaste LCA-metoden, vilket också påverkar val av data och antaganden.

Räkna på klimatnyttan av skoglig bioenergi – En fallstudie av biodrivmedel tillverkat av svartlut



Figur 1. I den vänstra figuren illustreras ett bestånd, som avverkas och återväxer; här blir variationerna av inlagrat kol i biomassan stora över tid (orange linje). För att beräkna den klimatpåverkan som koldioxiden orsakar kan man i detta fall lägga på en utsläppsfaktor. I den högra figuren illustreras ett landskap, där det finns träd i olika åldersklasser. Teoretiskt kan detta räknas som netto noll klimatpåverkan, om lika mycket koldioxid binds in och släpps ut vid varje tidpunkt (orange linje).

En anledning till att vi använder bioenergi är att vi vill minska användningen av fossila bränslen och därmed minska vår klimatpåverkan. Biomassa och restprodukter från jordbruk, skogsbruk, samhälle och industri kan omvandlas till el, värme, biodrivmedel och biomaterial. Det är viktigt att säkerställa att biomassan verkligen gör nytta, och sänker klimatpåverkan.

En vanlig metod för att beräkna klimatpåverkan av en produkt eller ett system är livscykelanalys (LCA), se Faktaruta 1. Inom LCA finns ett antal val som behöver göras, till exempel vilken LCA-metod som ska användas, vilka processer som tillhör systemet, vilket tidsperspektiv som ska användas och vilken geografisk omfattning studien ska ha. I denna skrift beskrivs vilka val som är viktiga att tänka på när man räknar på klimatnytta av skoglig bioenergi, och i en fallstudie på biodrivmedel redovisas hur sådana val kan påverka resultaten.

Kol lagras och släpps ut

När skog växer, binds koldioxid från atmosfären in i stammar, grenar och rötter via fotosyntesen. Det inbundna kolet hamnar på olika ställen. En del av det

inbundna kolet hamnar i marken som dött organiskt material. När skogen avverkas hamnar en annan del av det inbundna kolet i olika träråvaror där det kan lagras länge i till exempel möbler och byggnader. En del av träden blir till papper och kartong, som lagrar kolet en kortare tid, och en del används direkt som bioenergi där det inbundna kolet avges som koldioxid vid förbränning. När ny skog planteras och växer upp, binds koldioxid in igen.

Klimatpåverkan av grönt kol

Den senaste tiden har det debatterats mycket om klimatnyttan av bioenergi, där åsikterna går isär. En avgörande faktor är när klimatberäkningarna tar sin början. Nedan ges två exempel.

Om beräkningarna börjar med förbränningen av ett träd, kommer det att ta många år innan den koldioxid som släpps ut från förbränningen har bundits in i ny skogsbiomassa. Man kan därför påstå att även om dessa molekyler har ett grönt ursprung, så hinner de ha en klimatpåverkan innan de tas upp i skogen igen. Denna klimatpåverkan kan man ta med i LCA-beräkningarna. Det finns ett antal olika metoder för detta, till exempel genom att

lägga på en utsläppsfaktor. Forskarna är dock ännu inte överens om vilken metod som är den rätta.

Om beräkningarna däremot börjar med att ett träd planteras, binder trädet in koldioxid under många år medan det växer upp. Denna koldioxid hålls under denna tid borta från atmosfären vilket leder till att den inte kan bidra till någon global uppvärmning och leder därför till en negativ klimatpåverkan (jorden kyls av). Om trädet efter avverkning bränns upp, kan man påstå att utsläppen av koldioxid från förbränning kan räknas som noll eftersom trädet redan bundit in samma mängd koldioxid tidigare under hela sin tillväxtperiod.

Bestånd eller landskap?

En annan avgörande faktor är om beräkningarna görs för ett begränsat bestånd eller för ett helt landskap (Figur 1). Om vi räknar med ett bestånd där ett visst antal träd växer upp och sedan avverkas, så blir det kraftiga svängningar i mängden kol som lagras på denna plats mellan plantering, gallringar och avverkning. Det blir, som tidigare beskrivits, mycket viktigt när i trädens tillväxtperiod beräkningarna börjar.

Det går också att räkna på ett större landskap, där det finns ett antal bestånd av olika åldersklasser som släpper ut och binder in koldioxid i olika takt. Vi kan teoretiskt anta att det i medeltal binds in lika mycket koldioxid i den växande skogen som det avges då ett av bestånden i landskapet avverkas och förbränns. Detta leder till att vi i princip kan räkna klimatpåverkan från bioenergi som klimatneutral, oavsett när klimatberäkningarna tar sin början.

Grenar, toppar och stubbar

För bioenergi baserad på skogsrester som t.ex. grenar, toppar och stubbar får man tänka lite annorlunda. Att använda dessa råvaror till bioenergi kan ses som en tidigareläggning av utsläpp, jämfört om de hade fått ligga kvar i skogen och sakta

LIVSCYKELANALYS (LCA)

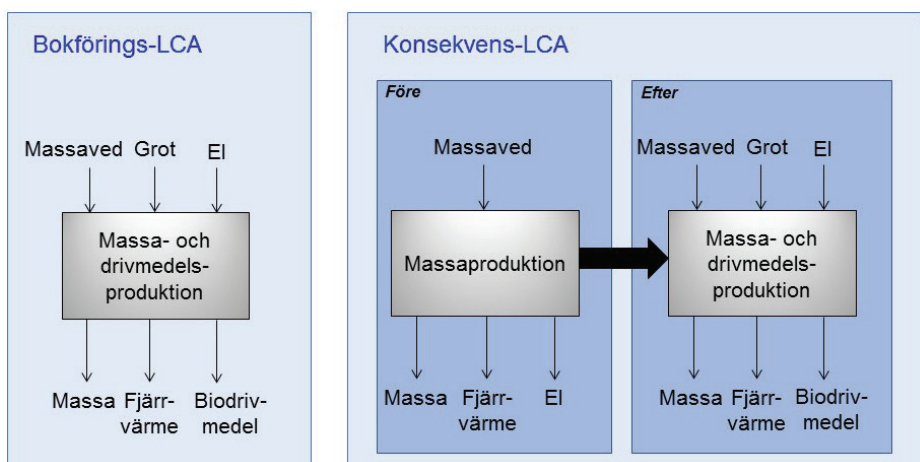
LCA är en metod för att beräkna miljöpåverkan av en produkt, system eller tjänst. Det finns flera standarder och riktlinjer att följa gällande utförandet av LCA-studier. Generellt brukar man skilja mellan två typer av LCA: bokförings-LCA som ofta används för att jämföra olika produkters miljöpåverkan, och konsekvens-LCA som ofta används för att beskriva miljökonsekvenserna av ett framtida beslut.

LCA kan användas för att beräkna många olika typer av miljöpåverkan. Det är vanligt att man räknar på klimatpåverkan, försurning, övergödning, samt användning av ändliga resurser och energi. Metoder är även under utveckling för att beräkna vattenanvändning, biodiversitet, ekosystemtjänster, social påverkan etc.

Miljöpåverkan beräknas i en LCA per funktionell enhet, det vill säga miljöpåverkan för den funktion som man vill studera. Det kan till exempel

vara 1 kWh eller 1 person-km. Om man ska jämföra produkter är det viktigt att produkterna uppfyller samma funktion för att vara jämförbara.

LCA används bland annat av företag som vill förbättra eller dokumentera miljöpåverkan av sina produkter, i forskning, samt i lagstiftning och reglering.



Figur 2. Två typer av LCA har använts i fallstudien; bokförings- och konsekvens-LCA. Grot = grenar och toppar.

brytas ner naturligt. Avgörande blir i detta fall hur snabbt skogsresterna bryts ner och avger koldioxid om de lämnas kvar, jämfört med om de används för bioenergi-produktion där kolet förbränns och direkt släpps ut till atmosfären.

Indata har betydelse

I en LCA-studie behövs mycket data. Vad gäller skogliga bioenergisystem är data som rör kolflöden ofta viktiga; hur stor tillväxten är, hur mycket kol som binds in i marken. Utbytet av energi är också viktigt; hur mycket biodrivmedel vi kan få ut per enhet insatt biomassa. Om det går åt el i någon process kan det få stor betydelse om data för svensk, nordisk eller europeisk elmix används. Generellt sett har skogsmaskinerna och transporterna liten betydelse för klimatpåverkan.

Systemgränser avgörande

Som nämnts tidigare har antaganden i tid och rum stor betydelse när klimatnyttan ska beräknas. Även andra systemgränser är viktiga. Till exempel, var går gränsen mot övriga produktsystem och vilka processer tillhör det studerade systemet? Om flera produkter produceras samtidigt i ett sågverk, hur ska då utsläppen fördelas mel-

lan de olika produkterna? Det går också att ha mycket vida systemgränser i en konsekvens-LCA, där effekter på marknaden inkluderas. Om tallolja börjar användas som drivmedel påverkas t.ex. marknaden för såpa.

En fallstudie

I en hypotetisk fallstudie har vi räknat på klimatpåverkan av att producera biodrivmedlet dimetyleter (DME) av svartlut (se Faktaruta 2). Vi räknar med två LCA-metoder: bokföring och konsekvens (Figur 2). I beräkningarna har många antaganden gjorts, några av de viktigaste är:

* I bokförings-LCA:n har vi fördelat utsläppen mellan produkterna med fysisk allokering.

* I konsekvens-LCA:n har vi räknat på skillnaden mellan en existerande massaproduktion och en integrerad massa- och biodrivmedeltillverkning. Skillnaden i utsläpp är det som belastar biodrivmedlet.

* Vi har räknat med svensk elmix, som har väldigt låga utsläpp eftersom vi har mycket vatten- och kärnkraft.

* Vi har räknat på en granskog i södra Sverige, med en omloppstid på 100 år.

* Vi gör en beräkning på beståndsnivån och börjar beräkningarna med avverkning

”... fallstudien visar att det blir stora skillnader i resultat beroende på vilken metod vi väljer att räkna med.”

av uppvuxen skog. Koldioxiden får en utsläppsfaktor på 0,43, där fossil koldioxid är referensen med utsläppsfaktorn 1.

* Vi gör också en beräkning på landskapsnivå, med flera skogsbestånd av olika ålder, där vi antar att det hela tiden binds in lika mycket koldioxid som avges till atmosfären från avverkad skog.

* Markkolet i skogen antas öka, men inte lika mycket i konsekvens-LCA:n där vi även tar ut grot (grenar och toppar) från skogen som en konsekvens av det ökade energibehovet.

Resultatet från fallstudien (Figur 3) visar att det blir stora skillnader i resultat beroende på vilken metod vi väljer. De två staplarna till vänster visar resultaten från bokförings-LCA:n. De två staplarna till höger är resultat från konsekvensstudien, och beskriver alltså skillnaden mellan ett massabruk som gör biodrivmedel och ett som inte gör det. Därför blir t.ex. påverkan på skogsoperationerna liten, eftersom de är nästan samma i de båda fallen.

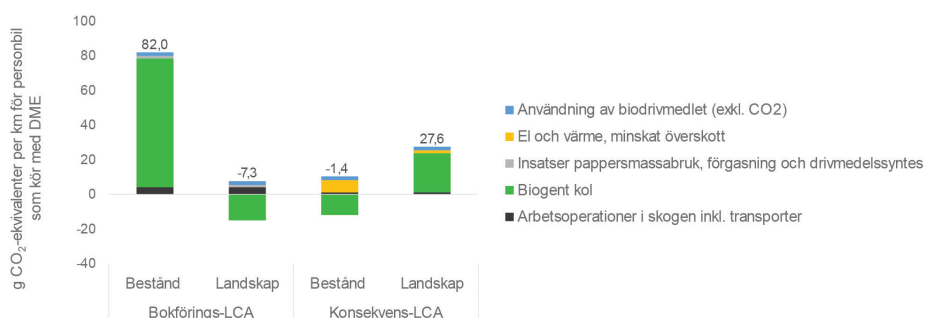
I Figur 3 kan vi också se att det biogena kolet (det vill säga kol i träd och mark samt koldioxid från förgasning av svartlut och användning av det producerade biodrivmedlet i förbränningsmotor) har mycket stor inverkan på resultaten.

Valet att räkna på bestånds- eller landskapsnivå har avgörande betydelse i båda typerna av LCA. När vi räknar på beståndsnivån och börjar beräkningarna med avverkning av uppvuxen skog räknar vi inte koldioxiden som klimatneutral, utan lägger på en utsläppsfaktor. När vi räknar på landskap, antar vi att det hela tiden binds in lika mycket koldioxid som avges till atmosfären och koldioxiden räknas som noll. Här blir det dock en negativ stapel för biogent kol i bokförings-fallet; detta beror på att vi har antagit att markkolet ökar

BIODRIVMEDEL AV SVARTLUT

Svartlut bildas vid produktion av pappersmassa (sulfatprocess) och består till stor del av lignin (den del av veden som inte kan användas för att göra massa) och kokkemikalier. Svartluten förbränns vanligen, för att göra el och värme till massafabriken och till försäljning.

Svartlut har pekats ut som en lovande råvara, som kan användas för att göra olika typer av biodrivmedel. I denna studie har vi undersökt produktion av dimetyleter (DME). Då måste man först förgasa svartluten, och sedan via en syntes omvandla gasen till DME, som vid atmosfärstryck är ett gasformigt biodrivmedel som passar för drift av dieselmotorer.



Figur 3. Resultat från fallstudien, där vi räknat på bokförings-LCA och konsekvens-LCA för ett bestånd och på landskapsnivå. För beräkningarna av ett bestånd har vi börjat räkna vid slutavverkning, och sedan även tagit hänsyn till efterföljande tillväxt. Siffror ovanför staplarna visar det totala värdet.

över tiden. För konsekvens-fallet blir det annorlunda eftersom vi räknar på skillnaden mellan ett massabruk som gör biodrivmedel och ett som inte gör det. Här blir det alltså en markkolsförlust då vi utöver massaved även tar ut grenar och toppar som annars fått ligga kvar i skogen.

I samtliga de studerade fallen minskar klimatpåverkan av biodrivmedlet jämfört

med att använda fossila drivmedel. Enligt Trafikverket släppte nya personbilar registrerade under 2017 i genomsnitt ut 123 g CO₂-ekv per km.

De två LCA-metoderna besvarar olika typer av frågeställningar. Resultat från bokförings-LCA:n kan vara relevant om biodrivmedeltillverkaren vill veta var den största miljöpåverkan finns så att

förbättringar kan göras i den delen, för redovisning enligt Hållbarhetslagen eller i marknadsföringssyfte. Konsekvens-LCA:n kan användas som ett beslutsunderlag, där tillverkaren får svar på om det blir en miljöförbättring av att investera i biodrivmedelsproduktion.

Att räkna på beståndsnivå kan vara relevant för att undersöka hur enskilda åtgärder påverkar ett bestånd; även om det inte finns några sådana verkliga situationer kan det vara motiverat i ett forskningsperspektiv eller då man vill beräkna klimatpåverkan av enskilda partier. Att räkna på landskapsnivå är användbart, särskilt i kombination med konsekvens-LCA, när påverkan av olika åtgärder ska utredas, som har inverkan på skogssystemen i helhet eller i vissa landskap. Om det är osäkert hur resultaten ska användas, är det en god idé att räkna på både bestånd och landskap för att visa på skillnaderna ■

Författarnas tack

Detta projekt har finansierats av Energimyndigheten, inom ramen för Bränsleprogrammet Hållbarhet. Projektet har utförts under 2015-2018.

Stort tack till vår aktiva referensgrupp: Lena Bruce (Sveaskog), Pål Börjesson (LTH), Gustaf Egnell (SLU Umeå), Anders Eriksson (SLU Uppsala), Torun Hammar (SLU Uppsala), Maria Iwarsson Wide (Skogforsk), Olle Olsson (SEI) och Johan Stendahl (SLU Uppsala).

Ämnesord

Klimat, livscykelanalys, systemgränser, koldioxid, biobränsle.



Research Institutes
of Sweden

Läs mer:

- **Cherubini, F., Peters, G.P., Berntsen, T., Strømman, A.H. & Hertwich, E. 2011.** CO₂ emissions from biomass combustion for bioenergy: atmospheric decay and contribution to global warming. *GCB Bioenergy*, 3(5), 413–426.
- **Cowie, A., Berndes, G. & Smith, T. 2013.** On the timing of greenhouse gas mitigation benefits of forest-based bioenergy. *IEA Bioenergy report ExCo:2013:04*.
- **Egnell, G., Berndes, G. & Ahlgren, S. 2018.** Bioenergy systems in Sweden – climate impacts, market implications, and overall sustainability. En syntes av forskning inom Energimyndighetens Bränsleprogram Hållbarhet. Publiceras under hösten 2018.
- **Hammar, T. 2017.** Climate impacts of woody biomass use for heat and power production in Sweden. Doktorsavhandling, SLU, Acta Universitatis agriculturae Sueciae 2017:49.
- **Roos, A. & Ahlgren, S. 2018.** Consequential life cycle assessment of bioenergy systems – A literature review. *Journal of Cleaner Production* 189: 358–373.

Författare:



Serina Ahlgren
AgrD, Senior forskare,
RISE, Biovetenskap och
material,
Box 7033,
750 07 Uppsala
010-516 69 41
serina.ahlgren@ri.se



Sven Bernesson
AgrD, Extern resurs,
institutionen för energi
och teknik, SLU,
Box 7032,
750 07 Uppsala
073-0655013
sven.bernesson@slu.se



Anders Roos
Professor,
institutionen för skogs-
ekonomi, SLU,
Box 7060,
750 07 Uppsala
018-671564
anders.roos@slu.se