

Biodrivmedel ur ett globalt och svenskt perspektiv

Maria Grahn, Fysisk resursteori, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg, 2005-03-17

Email: maria.grahn@fy.chalmers.se

Världen behöver alternativa transportbränslen när den konventionella oljan blir knapp samtidigt som vi måste minska utsläppen av växthusgaser för att minimera klimatförändringarna. Vi känner idag till ett antal sätt att producera både flytande och gasformiga alternativa drivmedel, bl.a. syntetiska energibärare från kol, tunga oljor, naturgas eller biobränslen, eller genom elektrolys av vatten till vätgas. Om fossilt kol används kan en viss del av kolatomerna fångas upp och hindras från att nå atmosfären. Mängden möjlig infångad kol beror på vilken energibärare som framställs. Sådan koldioxidinfångning är tekniskt möjlig redan idag, men förknippad med extra kostnader och genomförbarheten på stor skala är ännu inte säkerställd. Om vätgasproduktion via elektrolys ska vara CO₂-neutral krävs att elen kommer från förnybara energikällor (sol, vind, vatten, etc), eller från fossilbränslebaserad elproduktion med koldioxidinfångning. Biomassa kan rötas till biogas, jäsas till etanol eller förgasas till syntesgas med efterföljande omvandling till metanol, dimetyleter (DME), Fischer-Tropsch-diesel (FTD) eller vätgas, se Figur 1.

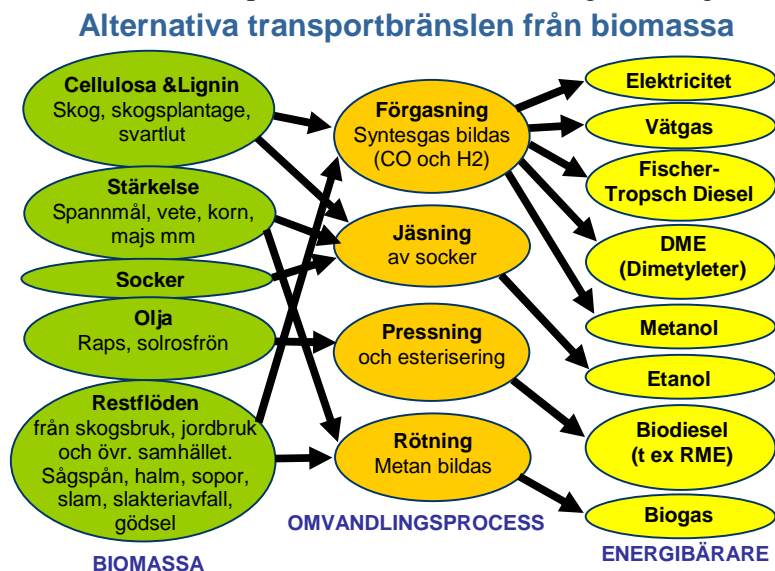


Fig 1. Biomassa kan grupperas efter de beståndsdelar som är av intresse vid produktion av biodrivmedel. I mittenkolumnen visas vilka omvandlingsprocesser som respektive biomassagrupp lämpar sig bäst för och i den högra kolumnen visas de biodrivmedel som främst diskuteras idag. Idag är alla tekniker kända och i kommersiellt bruk utom de som utnyttjar cellulosa.

Störst råvarupotential har de biodrivmedel som kan produceras från lignocellulosa (olika träd- och gräsarter). Etanol från sockerrör, odlad i tropiska länder, har lägst produktionskostnad. Brasiliansk etanol kan produceras till en kostnad liknande den för produktion av bensin, runt 2 kr per liter bensinekvivalent (beror på oljepris och på värdet på den brasilianska valutan). De biodrivmedel som utöver sockeretanol beräknas kunna nå låga produktionskostnader på längre sikt är etanol från cellulosa samt de som kan produceras via förgasning av biomassa, d.v.s. metanol, FTD och DME (samtliga runt 5-7 kr¹ per liter bensinekvivalent). Etanolproduktion från spannmål (runt 10 kr¹ per liter bensinekvivalent) har låg omvandlingseffektivitet och kräver i

¹ Produktionskostnaderna är hämtade från Vägverkets publikation 2002:83 "Hållbarhet i tankarna" och inkluderar distribution fram till tankstationerna. Samtliga produktionskostnader är exklusive skatter.

dagsläget en betydande andel fossil energi i produktionsleden. Tillverkning av biodiesel (i Sverige RME) har ingen eller en mycket liten miljövinst eftersom biodiesel ger samma utsläpp av partiklar och NO_x som diesel samt kräver fossil energi i produktionsleden. I Sverige är ytan som används för rapsodling begränsad. Restflöden kan i vissa fall utgöra råvara för biogasproduktion men är inte någon storskalig lösning.

Konkurrens om råvarorna

Val av drivmedel i transportsektorn är starkt kopplad till övrig energianvändning (produktion av el och värme) eftersom samma råvarubas används. Generellt sett kan man säga att en omvandling från en flytande råvara till en flytande energibärare alltid är enklare än en omvandling från en fast råvara till en flytande energibärare. Från olja kan drivmedel produceras med 90 procents verkningsgrad medan drivmedel från fasta råvaror har mellan 25-60 procents verkningsgrad. Det är därför mycket svårt att konkurrera med bensin och diesel när det gäller produktionskostnaden.

Biomassa är relativt billigt och kan användas för elproduktion, värmeproduktion och/eller för produktion av drivmedel redan i dagsläget. Den globala potentialen för odling av biomassa för energiändamål är mycket stor men räcker ändå inte för att ersätta fossila bränslen i alla sektorer. Verkningsgraden för omvandling av biomassa till värme är ca 90% medan biodrivmedel kan produceras med en verkningsgrad på mellan 25-60%. Biomassa ersätter fossil energianvändning till lägsta kostnad, i värmesektorn.

Den totala mängden konventionell olja är ca 100 GtC, mätt i mängden kol som oljan innehåller och som frigörs vid förbränning. Mängden konventionell naturgas är ungefär lika stor men vi kan släppa ut ca 400 GtC de närmaste hundra åren och ändå nå ett klimatmål under 400 ppm. En förutsättning för att vi ska kunna fortsätta att använda olja och naturgas är att vi minskar användningen av fossilt kol. Bensin och diesel ger upphov till betydande utsläpp av CO₂, men det är i allmänhet enklare, ur ett tekniskt och ekonomiskt perspektiv, att minska utsläppen från andra källor. Detta ger en insikt att biodrivmedel kommer att ha svårt att konkurrera på marknaden utan styrmedel.

Det globala energisystemet vid tuffa klimatmål

För att analysera ovanstående insikt har vi på vår avdelning utvecklat en global energisystemmodell (GET) som ger en grov beskrivning på hur en given efterfrågan på elektricitet, värme och transportbränslen kan tillgodoses till lägsta möjliga kostnad. Modellen minimerar kostnaderna för att nå ett lågt CO₂-mål i det globala energisystemet och tar till exempel inte hänsyn till (i) lokala luftföroreningar, (ii) eventuella önskemål om att minska beroendet av importerad olja eller (iii) sysselsättningen i jordbrukssektorn.

Vid ett antagande att människor i utvecklade länder fortsätter att använda samma mängd energi per capita som vi gör idag samtidigt som människor i utvecklingsländer ökar sin användning till vår nivå, skulle den totala energiefterfrågan ungefär fyrdubblas under detta århundrade. Som ett första viktigt verktyg, för att nå ett tufft klimatmål, har vi valt ett ekologiskt drivet energiefterfrågescenario² där det antas att den framtida energiefterfrågan kan halveras med hjälp av energieffektiviseringar.

För att tillgodose denna lägre energiefterfrågan, i ett scenario där CO₂-utsläppen inte är begränsade, blir resultatet att kol, olja och naturgas utnyttjas i så stor utsträckning som möjligt, eftersom dessa energislag i de flesta fall är billigare än förnybar energi.

² Det energiefterfrågescenario vi använt benämns C1 och är framtaget av IIASA. Detaljer finns på: http://www.iiasa.ac.at/Research/ECS/docs/book_st/node2.html

När vi begränsar CO₂-utsläppen, så att koldioxidhalten i atmosfären stabiliseras på 450 ppm, vilket är det svenska målet, blir resultatet att användningen av biomassa kraftigt expanderar de närmaste 50 åren. Kärnkraften har begränsats till att inte överstiga dagens nivå och mängden biomassa är uppåt begränsad för att inte äventyra den globala matproduktionen. De två intermittenta energierna vind-el och sol-el är begränsade så att de tillsammans inte får överstiga 30% av el-efterfrågan. Vi har vidare antagit en diskonteringsränta på 5% och att det globalt sett inte finns användning för spillvärmen vid drivmedelproduktion. I scenariot som är presenterat i Figur 2 och 3 har koldioxid-infångning inte använts.

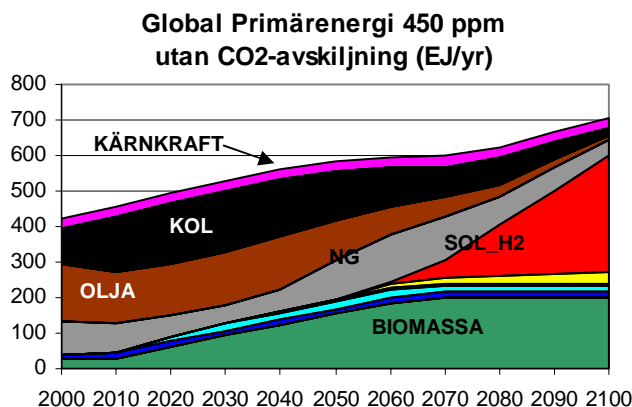


Fig 2. Val av primärenergi i det globala energisystemet för att nå klimatmålet 450 ppm. All konventionell olja och naturgas används samtidigt som det sker en kraftig expansion av biomassa samt andra förnybara energikällor. Solenergi som omvandlas till lagringsbar vätgas spelar en viktig roll. Om CO₂-infångning blir möjlig i stor skala kommer en större mängd kol att användas vilket leder till att introduktionen av sol-vätgas förskjuts några årtionden.

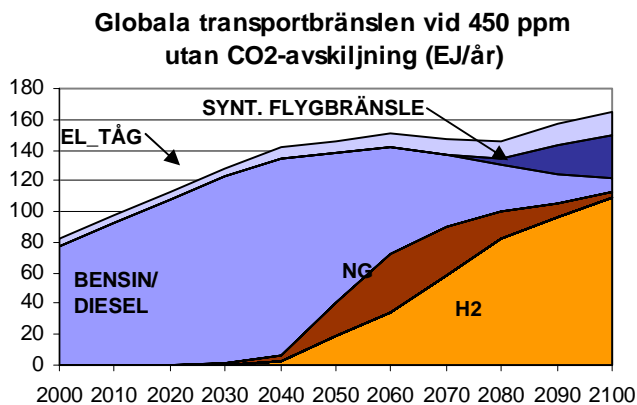


Fig 3. Bränsleval i den globala transportsektorn vid ett klimatmål på 450 ppm. Oljan dominerar transportsektorn och runt år 2030-2040 är det naturgas och vätgas som ersätter bensin och diesel. I flygsektorn ersätts oljebaserad flygfotogen med ett syntetiskt flygbränsle baserat på vätgas. Biodrivmedel kommer inte in i detta scenario. Om CO₂-infångning blir möjlig i stor skala kommer en större mängd kol att användas och i transportsektorn produceras då kol-metanol och introduktionen av sol-vätgas förskjuts några årtionden.

Trots ambitiösa klimatmål kan en viss mängd fossila bränslen användas. Om användningen av kol minskar kan olja utnyttjas och oljan används effektivast i transportsektorn. Det är därför troligt att bensin och diesel kommer att fortsätta användas i ytterligare 30-40 år då en successiv övergång till naturgas samt vätgas tar vid. Om vätgas blir möjligt att använda är biodrivmedel inte en kostnadseffektiv lösning vid ett klimatmål på 450 ppm.

Vad kan allmänheten, företag och politiker göra

En generell och övergripande slutsats från vår forskning är att det är möjligt att kombinera ett ambitiöst klimatmål med en ökad efterfrågan på energitjänster. Det kräver dock insatser från

såväl allmänhet, företag och politiker. Vid insikten att olja kan användas i ytterligare årtionden kan det vara frestande att tro att inga åtgärder behöver göras i transportsektorn i dagsläget, men så är naturligtvis inte fallet. För att kunna förverkliga låga koldioxidmål krävs att kostnaden för att släppa ut CO₂ ökar, och denna kostnad måste även betalas av dem som använder fossila bränslen i transportsektorn.

Bilindustrin har vidare ett stort ansvar att utveckla energieffektivare fordon, politiker har ett ansvar för att styra utvecklingen i den riktningen och konsumenter ett ansvar att köpa energisnålare bilar. Detsamma gäller övrig energianvändning där insatsen från allmänhet och företag är att välja respektive utveckla energisnåla produkter. Politiker har ett ansvar för den långsiktiga minskningen av CO₂-utsläpp och måste stödja utveckling och forskning som leder till minskade CO₂-utsläpp samt introducera regler för energieffektivisering.

Biodrivmedel men inte av klimatskäl

Om målet är att nå ett ambitiöst klimatmål är inte biodrivmedel den mest kostnadseffektiva lösningen globalt, eftersom CO₂-utsläppen kan minskas till en lägre kostnad i el- och värmesektorn. Det kan däremot finnas andra anledningar, än ambitiösa klimatmål, till en satsning på biodrivmedel. Det kan t.ex. vara viktigt att minska beroendet av importerad olja liksom att skapa beredskap för möjligheten att vätgas visar sig ha för stora tekniska eller sociala barriärer. Då behövs biodrivmedel och/eller elektricitet i transportsektorn när den konventionella oljan börjar bli knapp.

Alternativ användning av jordbruksmark

I Sverige har vi ett överskott på jordbruksmark och en alternativ användning av spannmål (som etanolproduktion från vete) har välkomnats i jordbrukssektorn. I Sverige finns också en politiskt enhällig önskan att hålla landskapen öppna. En möjlig lösning som skulle kunna hålla landskapen öppna och samtidigt bidra till sysselsättningen i jordbrukssektorn, i kombination med ett tufft klimatmål, är odling av en lågväxande cellulosa rik gröda på jordbruksmark som kan flisas eller pelleteras för värmeproduktion eller användas som råvara för effektivare drivmedelsproduktion, jämfört med spannmålsetanol.

Slutsatser och rekommendationer

- Det är möjligt att minska CO₂-utsläppen från energisystemet samtidigt som efterfrågan på energi ökar.
- För att nå ett ambitiöst klimatmål behövs en genomgripande förändring av energisystemet.
- I ett nära perspektiv är energieffektiviseringar samt en ökad användning av biomassa två viktiga verktyg.
- Biomassa ersätter fossila bränslen till en lägre kostnad då den används för värmeproduktion jämfört med att ersätta olja i transportsektorn.
- Om man vill införa biodrivmedel krävs specifika styrmedel utöver en generell CO₂-avgift.
- Biodrivmedel blir ett viktigt verktyg för att nå ambitiösa klimatmål om vätgas inte blir möjligt i transportsektorn.
- Oavsett val av drivmedel är det av betydelse att styra mot utveckling och val av energieffektiva fordon.
- Styrmedel för klimatpolitik: inför och höj successivt kostnaden för att släppa ut CO₂, standarder för effektivisering, och stöd till teknikutveckling.
- Stora omställningar tar tid men för att nya tekniker ska kunna tillämpas om ca 30 år krävs stora satsningar idag.