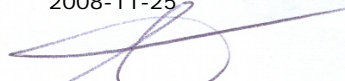


CO₂ och andra klimatgaser av biogena bränslen från åkermark

Tomas Rydberg
B1814
Sep 2007

Rapporten godkänd:
2008-11-25



Lars-Gunnar Lindfors
Forskningsdirektör

Organisation IVL Svenska Miljöinstitutet AB	Rapportsammanfattning
Adress Box 5302 400 14 Göteborg	Projekttitel Anslagsgivare för projektet -
Telefonnr 031-725 62 00	
Rapportförfattare Tomas Rydberg	
Rapporttitel och undertitel CO ₂ och andra klimatgaser av biogena bränslen från åkermark	
Sammanfattning Rapporten är en kort belysning av hur effekter av CO ₂ och andra klimatgaser kopplat till uttag av biogena bränslen från åkermark har beskrivits i några olika dokument. - Påståenden att biogena bränslen är CO ₂ -neutrala eller klimatneutrala styrks inte av tillgängliga data då man inkluderar de emissioner som kan kopplas till odling och konvertering av jord- och skogsbruksprodukter till bränsle. - För det teoretiska fall att all processenergi, inklusive drivmedel för maskiner av olika slag i produktionskedjorna, är biobaserade, uppkommer ändå emissioner av klimatpåverkande gaser, främst N ₂ O vid odling, och vid tillverkning av N-gödning, typiskt i intervallet 10-30 g CO ₂ -ekvivalenter per MJ framställt bränsle (beroende på gröda). För skogsråvara är dessa emissioner klart mindre, ca 1/10-del av de för jordbruksgröda. - Ett bättre begrepp skulle kunna vara "klimatsnäla" eller liknande.	
Nyckelord samt ev. anknytning till geografiskt område eller näringsgren Emissioner, klimatgaser, jordbruk, biodrivmedel	
Bibliografiska uppgifter IVL Rapport B1814	
Rapporten beställs via Hemsida: www.ivl.se , e-post: publicationservice@ivl.se , fax 08-598 563 90, eller via IVL, Box 21060, 100 31 Stockholm	

Förord

Rapporten är en kort belysning av hur effekter av CO₂ och andra klimatgaser kopplat till uttag av biogena bränslen från åkermark har beskrivits i några olika dokument

Sammanfattning

Rapporten är en kort belysning av hur emissioner av CO₂ och andra klimatgaser kopplat till uttag av biogena bränslen från åkermark har beskrivits i några olika dokument.

- Påståenden att biogena bränslen är CO₂-neutrala eller klimatneutrala styrks inte av tillgängliga data då man inkluderar de emissioner som kan kopplas till odling och konvertering av jord- och skogsbruksprodukter till bränsle.
- För det teoretiska fall att all processenergi, inklusive drivmedel för maskiner av olika slag i produktionskedjorna, är biobaserade, uppkommer ändå emissioner av klimatpåverkande gaser, främst N₂O vid odling, och vid tillverkning av N-gödning, typiskt i intervallet 10-30 g CO₂-ekvivalenter per MJ framställt bränsle (beroende på gröda). För skogsråvara är dessa emissioner klart mindre, ca 1/10-del av de för jordbruksgröda.
- Ett bättre begrepp skulle kunna vara "klimatsnäla" eller liknande.

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	2
1 Inledning.....	4
2 Växthusgaser emitterade direkt vid jordbruket	4
3 Lagring av organiskt kol.....	5
4 Förbränning kontra naturlig nedbrytning.....	5
5 Indirekta emissioner - Livscykelperspektiv	5
5.1 Energiåtgång - exempel etanol och FAME.....	5
5.2 Energiåtgång - cellulosabaserade drivmedel	6
5.3 Växthusgaser - etanol och FAME	6
5.4 Växthusgaser - cellulosabaserade drivmedel.....	7
5.5 Jord- och skogsbrukets emissioner i detalj.....	7
6 Slutsatser	8
7 Referenser.....	9

1 Inledning

Rapporten är en kort belysning av hur emissioner av CO₂ och andra klimatgaser kopplat till uttag av biogena bränslen från åkermark och i viss mån skogsmark har beskrivits i några olika dokument. Rapporten gör inte anspråk på att vara fullständig på något sätt, men kan tjäna som en introduktion till området.

2 Växthusgaser emitterade direkt vid jordbruket

JRC/CONCAWE/EUCAR har i ett gemensamt projekt kartlagt klimatgaser och energieffektivitet för ett mycket stort antal bränslen och processvägar (Edwards m fl 2007a). Beskrivningen av klimatgasproblemet i samband med uttag av biomassa på åkermark är väl genomarbetad. Emissioner av klimatgaser från jordbruksmark är beräknade med en markkemi-modell som kallas DNDS. Modellen är utvecklad vid University of New Hampshire (UNH 2003) och används i JRC-studien i kombination med jordmånsdata från EUs European Soils Bureau.

Modellen genererar i första hand resultat för utsläpp av N₂O. Per ton skördad gröda erhålls i rapporten N₂O-emissioner enligt Tabell 1:

Tabell 1 Emissioner av N₂O beräknade för jordbruksmark vid olika grödor av intresse för användning som biobränsle (Edwards m fl, 2007a)

gram N ₂ O/ton gröda ("fuktig")				
	Vete	Socketbeta	Raps	Solros
Direkta N ₂ O-emissioner	0.206	0.041	0.892	0.568
N ₂ O från urlakad N	0.072	0.004	0.138	0.056
totalt	0.278	0.046	1.03	0.625
+/- spann	0.185	0.014	0.407	0.186

Den viktigaste faktorn anges vara halten organiskt kol i marken. Beräkningarna är gjorda för ökningen av emissioner som uppstår om man odlar grödan istället för att gräs växer där (vilket anses motsvara att marken ligger i träda).

I rapporten nämns ett antal andra typer av miljöpåverkan som jordbruk av dessa grödor ger eller kan ge upphov till. Dessa är jordkompaktering (i våta områden) och erosion (främst risk för socketbeta), minskad kvalitet på jordmån (uttryckt som minskning av organiskt kol), kan vara resultat av intensivt jordbruk på redan magra jordar, t ex skog. Även uttag av strå (halm) istället för att plöja ner det i marken minskar på sikt mängden organiskt kol; paradoxalt nog tar man ofta (i alla fall i Södra Europa) bort strå eftersom nedbrytningen konsumerar växttillgängligt kväve. Andra nämnda faktorer är att intensivt jordbruk kan driva på försurning och eutrofiering, öka tryck på vattenreserver via konstbevattning, samt minska den biologiska mångfalden. Ingen av dessa faktorer har uttryckts kvantitativt i studien, och kan därför heller inte relateras till kolbalansen.

3 Lagring av organiskt kol

Beroende på hur jordbruk bedrivs kommer man att minska eller öka halten organiskt kol i marken (se t ex McVay & Rice 2002). I princip kan man alltså koppla uttag av en gröda till (förändringen av) halten organiskt kol i marken. Ökning av halten organiskt kol i marken skulle då räknas som kolinfångning, och räknas som "negativ" GWP. Ingen referens har påträffats där effekten av detta har beräknats ur ett LCA-perspektiv.

4 Förbränning kontra naturlig nedbrytning

Inom konventionell LCA metodik räknas alla utsläpp som lika betydelsefulla oavsett när i tiden de uppkommer. Detta kan tas till argument för att säga att utsläppet av CO₂ vid förbränning av biomassa, är lika stort som det skulle varit om motsvarande mängd biomassa fick ingå i sitt icke-industriella kretslopp, dvs slutligen brytas ner av naturens processer. Härav följer att GWP för förbränning av biomassa kan sättas till 0.

5 Indirekta emissioner - Livscykelperspektiv

Uttag och användning av biobränslen från jordbruksmark förutsätter ett antal produktionssteg såsom sådd, gödning (ev.), bevattning (ev.), skörd, transport, förädling, distribution, produktion av insatsmaterial t ex bränsle & gödning. Åtskilliga studier har under årens lopp konstaterat detta (t ex Blinge 1997; Edwards m fl 2007). Energiåtgång för dessa steg för några grödor sammanfattas i Tabell 2 nedan.

5.1 Energiåtgång - exempel etanol och FAME

Tabell 2 Energiåtgång för olika delsteg av processkedja från jordbruk till fordonsbränsle (efter Edwards m fl 2007b)

	Per MJ producerad etanol		Per MJ producerad FAME	
	Vete	Sockerbeta	Raps	Solros
Jordbruk	0.24	0.16	0.30	0.19
Transport	0.03	0.03	0.02	0.02
Bränsleproduktion *	0.77 - 1.49	1.08-1.64	0.84-0.89	0.74-0.79
Distribution, 150 km inkl mack	0.03	0.03	0.02	0.02
* Intervallet beror på olika kalkylfall med olika användning av biprodukter				

5.2 Energiåtgång - cellulosabaserade drivmedel

Tabell 3 Energiåtgång för olika delsteg av processkedja från cellulosa till fordonsbränsle (efter Edwards m fl 2007b)

	Per MJ producerad etanol			Per MJ producerad syntet-(FT)-diesel		
	Skogsavfall	Odlad skog	Halm	Skogsavfall	Odlad skog	Svartlut
Odling/Skörd (motsv)	0.08	0.11	0.05	0.06	0.09	0.05
Transport	0.04	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01
Bränsleproduktion	1.8	1.8	1.24	1.08	1.08	0.83
Distribution, 150 km inkl mack	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02

Vilka emissioner av växthusgaser som uppkommer beror bland annat på vilka bränslen som används. För etanolproduktion varierar fossilbränsleåtgången till exempel i de olika beräkningarna i WTW studien från -0.17 MJ/MJbr till 0.86 MJfossilt/MJbr. För den lägre siffran förutsätts att såväl dranken (restprodukten) från etanolprocessen som strået används för el- och värmeproduktion i kombikraftverk, och alltså dels försörjer etanolprocesserna, dels ger överskott som ersätter annan, fossilbaserad energi. Den högre siffran bygger på scenariet att dranken används som djurfoder, att strået inte tas om hand och energin tillgodoses med brunkolkraft. I Tabell 3 sammanfattas uppgifter vad gäller emissioner av växthusgaser för olika beräkningsfall.

5.3 Växthusgaser - etanol och FAME

Tabell 4: Emissioner av växthusgaser för olika delsteg av processkedja från jordbruk till fordonsbränsle (efter Edwards m fl 2007b)

	gram CO ₂ -ekvivalenter / MJ producerad etanol		gram CO ₂ -ekvivalenter / MJ producerad FAME	
	Vete	Socketbeta	Raps	Solros
Jordbruk	31.92 (varav CO ₂ 14.3)	20.83 (varav CO ₂ 10.5)	51.26 (varav CO ₂ 18.2)	28.03 (varav CO ₂ 12.0)
Transport	0.54	2.12	0.66	0.9
Bränsleproduktion *	-17.82 / 58.58 (25.17)	5.20 / 33.00 (33.00)	1.9 / 7.4 (1.9)	3.3 / 8.9 (3.3)
Distribution, 150 km inkl Mack	1.54	1.54	1.2	1.2

* lägsta/högsta (referensfall = drank till djurfoder + gaskombienergiförsörjning i etanolfallet, glycerin som kemikalie i FAME-fallet)

5.4 Växthusgaser - cellulosebaserade drivmedel

Tabell 5: Emissioner av växthusgaser för olika delsteg av processkedja från cellulosa till fordonsbränsle (efter Edwards m fl 2007b)

	gram CO ₂ -ekvivalenter / MJ producerad etanol (varav CO ₂)			gram CO ₂ -ekvivalenter / MJ producerad syntet-diesel		
	Skogsavfall	Odlad skog	Halm	Skogsavfall	Odlad skog	Svartlut
Odling	0.95 (0.9)	6.96 (3.1)	3.35 (3.3)	0.8 (0.7)	5.5 (2.5)	0.7 (0.6)
Transport	3.18 (3.0)	0.88 (0.9)	0.62 (0.6)	2.9 (2.7)	0.7 (0.7)	0.6 (0.6)
Bränsleproduktion	12.31 (12.6)	12.31 (12.6)	3.42 (3.3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Distribution, 150 km inkl Mack	1.54 (1.5)	1.54 (1.5)	1.54 (1.5)	1.1 (1.1)	1.1 (1.1)	1.1 (1.1)

5.5 Jord- och skogsbrukets emissioner i detalj

I Tabell 6 och 7 har för ytterligare tydlighet och möjlighet till analys de delar som ingår i jord- /skogsbruksprocessen redovisats separat. För "gödning och bekämpningsmedel" utgör produktion av N-gödning en så stor del att denna har redovisats separat.

Tabell 6 Uppdelning på emissioner från jordbruksprocessen på delkomponenterna Tillverkning av gödning och bekämpningsmedel, Framodling av utsäde, Produktion och användning av diesel, samt Emissioner från fältet.

	gram CO ₂ -ekvivalenter / MJ produkt (varav CO ₂)		gram CO ₂ -ekvivalenter / MJ producerad FAME	
	Vete	Socketbeta	Raps	Solros
Gödning & bekämpningsmedel	9.24 (5.2)	4.18 (2.45)	13.67 (7.44)	5.43 (3.32)
<i>Varav N-gödning</i>	<i>7.96 (3.97)</i>	<i>3.12 (1.55)</i>	<i>12.35 (6.16)</i>	<i>4.08 (2.03)</i>
Utsäde	0.17 (0.17)	0.06 (0.06)	0.02 (0.02)	0.02 (0.02)
Dieselanvändning inkl torkning (ca 10 %)	3.23 (3.23)	2.8 (2.8)	3.98 (3.96)	4.82 (4.79)
Emissioner från fältet	5.59 (0)	3.5 (0)	12.91 (0)	7.81 (0)
Total	18.24	11.01	30.6	18.8

Tabell 7 Uppdelning på emissioner från skogsbruksprocessen på delkomponenterna Tillverkning av gödning (och bekämpningsmedel), Produktion och användning av diesel, Utsändanden från fältet, Diesel för flisning.

	gram CO ₂ -ekvivalenter / MJ produkt (varav CO ₂)
	Skogscellulosa
Gödning & bekämpningsmedel	3.03 (1.51)
<i>Varav N-gödning</i>	<i>3.03 (1.51)</i>
Diesel för avverkning, sådd, mm	0.53 (0.53)
Emissioner från mark	1.01 (0)
Diesel för flisning	0.35 (0.35)
Total (inkl 2.5 % mtrl-förlust TS, spill)	5.04 (2.45)

6 Slutsatser

- Påståendet att biogena bränslen är CO₂-neutrala eller klimatneutrala styrks inte av tillgängliga data då man inkluderar de emissioner som kan kopplas till odling och konvertering av jord- och skogsbruksprodukter till bränsle.
- För det teoretiska fall att all processenergi, inklusive drivmedel för maskiner av olika slag i produktionskedjorna, är biobaserade, uppkommer ändå emissioner av klimatpåverkande gaser, främst N₂O vid odling, och vid tillverkning av N-gödning, typiskt i intervallet 10-30 g CO₂-ekvivalenter per MJ framställt bränsle (beroende på gröda). För skogsråvara är dessa emissioner klart mindre, ca 1/10-del av de för jordbruksgröda.
- Ett bättre begrepp skulle kunna vara "klimatsnäla" eller liknande.

7 Referenser

- Blinge, M., 1998, ELM Environmental assessment of fuel supply systems for vehicle fleets, Doctoral Thesis, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden.
- Edwards m fl, 2007a, Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context, WELL-TO-TANK Report, Version 2c, March 2007 (nedladdad 18 aug 2007, från <http://ies.jrc.cec.eu.int/wtw.html>).
- Edwards m fl, 2007b, Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context, WELL-TO-TANK Report Version 2c, March 2007, WTT APPENDIX 2: Description and detailed energy and GHG balance of individual pathways (nedladdad 18 aug 2007, från <http://ies.jrc.cec.eu.int/wtw.html>).
- UNH 2003 "DNDC 8.2" pub. ISEOS, Univ. New Hampshire, Dec.2003
<http://www.dndc.sr.unh.edu/model/GuideDNDC82C.pdf> (nedladdad aug 2007)
- Kent A. McVay and Charles W. Rice, Soil Organic Carbon and the Global Carbon Cycle, Kansas State University, October 2002. (<http://www.oznet.ksu.edu/library/crpsl2/MF2548.pdf>) (nedladdad aug 2007)