

Korna och klimatet – frågeställningar kring möjligheter och styrmedel för en växthusgaseffektiv nordisk mjölk- och nötköttproduktion

Slutrapport

Sverker Molander, Stefan Wirsenius, Christel Cederberg

Bakgrund

Projektet syftade till att utveckla en mer omfattande ansökan om ett forskningsprojekt, som sänts in och beviljats.

Projektets bakgrund gäller ett flertal allvarliga frågeställningar som väcks av den samlade påverkan på, men även av, jordbrukssystemen. Klimatförändringar, globalisering och en snabbt ökande efterfrågan, som är en följd av en kraftig ekonomisk expansion i världen folkrikaste stater - Kina och Indien - skapar stora utmaningar. Det handlar om allvarliga miljöeffekter av ett modernt jordbruk, om stora förändringar av marknaden och om en nödvändig anpassning till ett förändrat klimat, såväl nationellt som internationellt.

Aktuell forskning (t. ex. Steinfeld *et al.* 2006; Goulding *et al.* 2007; Morison *et al.* 2007; Pretty 2007; Smith 2007) har visat på stora miljöeffekter av en modernt och högindustrialiserat jordbruk. Ett specifikt exempel utgörs av animalieproduktionen, som enligt nya beräkningar (Steinfeld *et al.* 2006) bidrar med 14-18% av mänsklighetens totala utsläpp av växthusgaser. Dessutom förutspås den samlade konsumtionen av animalier att öka till följd av ökad efterfrågan i Kina och Indien.

För svenskt vidkommande återfinns de globala problemen i mindre skala. Jordbrukets miljö- och klimatpåverkan måste minska samtidigt som produktionen vidmakthålls trots kommande förändringar av klimatet, och de påtagliga osäkerheter som sannolikt kommer präglade en framtida klimatregim med åtföljande krav på olika anpassningsåtgärder såväl för växtodling som för animalieproduktion (SOU 2007, kap 4.4.2).

Det angeläget med undersökningar beträffande olika anpassningsåtgärder dels på gårdsnivå, dels på nationell nivå. Denna rapport behandlar frågeställningar i anslutning till sådana tänkbara åtgärder i anslutning till det så kallade "två-graders-målet", d v s att begränsa den förväntade globala temperaturökningen till två grader. Flera olika åtgärder är tänkbara, såväl för den enskilde lantbrukaren som för olika marknadsaktörer och myndigheter. Dessa åtgärder kommer vara mer eller mindre effektiva, med avseende dels på klimat- och miljöpåverkan dels med avseende på anpassning till ett förändrat klimat (nya grödor, nya odlingsmetoder, nya sjukdomar), och mer eller mindre kostsamma. Hinder och drivkrafter för dessa åtgärder behöver kartläggas. Vilka hinder finns på gårdsnivå, inom landet och internationellt hos olika aktörer för att man skall kunna vidta effektiva åtgärder? Det är sannolikt att hinder för förändring bland annat är kopplade till uppfattningar om konsekvenserna av olika åtgärder. Alltså behöver konsekvenser av olika åtgärder - t ex beträffande brukningsmetoder, miljökonsekvenser och ekonomi - undersökas. Ett varmare klimat kommer sannolikt att medföra ett ökat läckage av näringsämnen och växthusgaser från jordbruksmarken och andra krav på bekämpning, samtidigt kan ökade priser på jordbruksprodukter stimulera användningen av olika insatsmedel (handelsgödsel, pesticider). Detta är bara ett exempel på de avvägningar som behöver göras mellan nationella/globala miljömål och produktionsmål.

Material och metoder

Arbetet genomfördes som en litteraturgenomgång med efterföljande analys av forskningsläget, inkluderande pågående kända projekt, vilken resulterade i en identifikation av frågeställningar och tänkbara forskningsmetoder.

Resultat

Projektets konkreta resultat är en större forskningsansökan (beviljad = pågående projekt), och en rapport (se nedan).

De forskningsfrågeställningar som identifierats i projektet är:

Hur stor blir nettoeffekten på växthusgasutsläppen av att använda mer nordeuropeiskt proteinfoder i nordisk mjölk- och köttproduktion istället för soja från Sydamerika?

”Ökad andel närproducerat proteinfoder” föreslås ofta som en åtgärd för att minska växthusgasutsläppen i mjölk- och köttproduktionen. Tidigare var minskade transporter argumentet för denna åtgärd, men under senare tid har insikten ökat om kopplingen mellan den ökande globala produktionen av soja och de stora koldioxidutsläppen från förändrad markanvändning (avskogning) i Sydamerika. De få preliminära bedömningar som hittills har gjorts pekar på att en inkludering av markanvändningsrelaterade koldioxidutsläpp innebär minst en fördubbling av sojamjölets totala växthusgasutsläpp per producerad enhet. Dessa uppskattningar är dock mycket grova och det saknas väl underbyggda estimat av storleken på växthusgasutsläpp orsakade av förändrad markanvändning som kan allokeras till den expanderande sojaodlingen i Sydamerika. Steg a i denna delstudie blir att genomföra en sådan analys. Fokus läggs på Brasilien och Argentina eftersom dessa länder är de två överlägset största producenterna och exportörerna av soja i Sydamerika.

En ökad andel närproducerat proteinfoder i nordisk mjölk- och köttproduktion kommer att kräva en ökad odling av baljväxter, oljeväxter och sannolikt mera baljväxtrika vallar. Ett ökat arealbehov för proteingrödor i norra Europa kommer att leda till undanträngningseffekter, d v s andra grödor (sannolikt spannmål) får en minskad odlingsareal. För att förstå nettoeffekten av en ökad odling av proteingrödor i närområdet måste dessa indirekta effekter också beaktas – d v s flyttas de undanträngda grödorna till områden där nyodling (förändrad markanvändning) sker eller kan den bortfallna produktionen kompenseras m h a ökade skördenivåer? Steg b blir att beskriva helhetsbilden av ökad proteinfoderodling i Nordeuropa (beaktat var de undanträngda grödor odlas i stället) samtidigt med minskat tryck på ökad sojaodling (arealexpansion) i Sydamerika.

Hur mycket lägre blir nettoutsläppen av växthusgaser från nordisk mjölk- och nötköttsproduktion om jordbruksmarkens befintliga och potentiella kolinlagring beaktas?

Resultat från ny europeisk forskning indikerar att relativt stora mängder kol binds i mark under långliggande vallar (Soussana m fl 2007). Frånvaro av bearbetning (framförallt plöjning) liksom viss tillförsel av kväve är gynnsamt för kolinlagring i permanenta vallar. Idag produceras en stor del av grovfodret i relativt korta vallar (2-3 år) och när dessa vallar bryts så frigörs en stor del av det inlagrade kolet till atmosfären och nettoreduktionen blir liten. Vidare ökar odlingen av fodermais som en effekt av förändrat klimat och denna ettåriga grovfodergröda (årlig bearbetning) har sannolikt relativt små förutsättningar i att bidra till uppbyggnad av markens kolförråd.

En intressant frågeställning är därför om markens potential som kolsänka vid långvarig vallodling kan vara en reell förbättringsåtgärd för mjölk- och nötköttsproduktionen. Om svaret är ja på denna fråga, är det till exempel viktigt att växtförädlingen inriktas på att utveckla ett art- och sortmaterial som ger hög produktion flera år utan att vallen behöver förnyas (d v s bearbetas) lika ofta som idag sker. Odlingssystem för foderproduktion med stor andel perenna grödor (lite bearbetning) förefaller vara en intressant framtida strategi, dels för att främja marken som kolsänka, dels för att reducera energianvändningen i foderproduktionen. I denna frågeställning är det dock nödvändigt att beakta de eventuella merutsläppen av metan vid en ökad grovfoderkonsumtion – resultat från mätningar av metanemissioner vid SLU Kungsängen blir här en viktig indata i analysen.

En närliggande intressant frågeställning är i vilken utsträckning kolinlagring i permanent betesmark bidrar till att minska nettoutsläppen av växthusgaser i olika system för

nötköttproduktion. Grova uppskattningar baserade på schablonantaganden indikerar att kolinlagringen i betesmark kan motsvara en reduktion av nötköttets livscykelutsläpp med flera tiotals procent. Formen av betesdrift och skötseln av betesmarken har betydande inverkan på betesmarkens kolinlagring (Allard m fl 2007), vilket indikerar att det även finns en potential för att öka kolinlagringen. Driftsformer som kan förväntas öka markens kolinlagring påverkar dock sannolikt även utsläppen av andra växthusgaser från produktionen. En samlad analys behöver därför göras av inverkan av olika åtgärder på såväl markens kolinlagring som utsläppen av växthusgaser.

Studier för att besvara dess frågeställningar kan leda till ökade kunskaper om mjölk- och köttproduktionens markanvändning sett ur ett kolperspektiv (sänka/källa) och dess inverkan på nettoutsläppen av växthusgaser från produktionen. Följdeflekter från markanvändning, som till exempel avskogning, sker till övervägande del utanför den enskilda lantbruksföretaget och är därför svåra att överblicka utan hjälp av modellstödda studier av hela system och regioner. Denna typ av modeller behöver alltså utvecklas och tillämpas. Utöver växthusgaser och klimatpåverkan behöver frågeställningar kring andra viktiga miljöeffekter (övergödning, biodiversitet) behandlas i samband med analyser av direkt klimatrelaterade frågor.

Vilka kostnadseffektiva styrmedel finns för att åstadkomma en minskning av växthusgasutsläppen i skandinavisk mjölk- och nötköttproduktion?

Flera nyligen utförda studier har visat att faktiska genomförda minskningar av växthusgasutsläppen i jordbruket är långt ifrån den tekniska potentialen. Gapet mellan teknisk potential och faktiskt realiserade minskningar av växthusgasutsläppen beror på ekonomiska begränsningar och andra barriärer (kompetens, motivation m m) som bromsar implementeringen av åtgärder. Kostnadsaspekter uppskattas begränsa implementeringen av utsläppsminskande åtgärder i jordbruket år 2030 till ca 35% av dess tekniska potentialer (Smith *et al.* 2007). Utmaningen för en framgångsrik minskning av jordbrukets växthusgasutsläpp består i att avlägsna och kringgå dessa barriärer genom att använda kreativa styrmedel och policier. Identifiering av policier som är gynnsamma från klimatsynpunkt, och från hållbarhetssynpunkt inklusive ekonomiska och sociala aspekter, kommer att vara av kritisk betydelse för säkerställande av effektiv och bred implementering av minskningsåtgärder.

Styrmedel och policier som stimulerar kostnadseffektiva åtgärder för minskningar av växthusgasutsläpp från skandinavisk mjölk- och nötköttproduktion, med särskild fokus på policyförändringar som avlägsnar existerande barriärer mot implementering, behöver identifieras. Policyalternativ att analysera är bl a utsläppshandel, krediter för kolinbindning i mark och andra ekosystemtjänster (t ex biodiversitet på betesmark), skatter och regleringar. Utöver nettoeffekten på växthusgasutsläpp behöver de olika policyalternativen analyseras utifrån dess eventuella andra positiva, eller negativa, miljöeffekter, samt dess påverkan på priser, livsmedelsmarknader och produktionsstrukturer i jordbruket.

Studier som leder till förbättrad kunskap om klimatpolicyalternativ är särskilt relevanta för skandinavisk mjölk- och nötköttproduktion. Genom att basera policyanalysen på den sammanhängande analys av nettoeffekten på växthusgasutsläppen kommer kunskapen om de olika policyalternativens inverkan bli mer robust, bl a tack vare att eventuellt "läckage" av utsläpp kommer att beaktas i policyanalysen. Exempelvis skulle läckage kunna uppstå om ett utsläppshandelsystem för växthusgaser för mjölksektorn infördes där utsläppsrättigheterna tilldelas per ko. Ett sådant system skulle ge incitament för att minska utsläppen från själva mjölkkon, t ex genom användande av mer spannmål foderstat vilket skulle minska metanutsläppen från kon. Men ökad användning av spannmål i stället för vall skulle kunna leda till ökade dikväveoxidutsläpp och koldioxidutsläpp i växtodlingsledet, och total sett för hela mjölksystemet skulle nettoeffekten i växthusgasutsläpp kunna bli noll eller t o m negativ (dvs ökade utsläpp).

Beträffande **metoder** för att kunna uppskatta nettoeffekten av ökad användning av nordeuropeiskt proteinfoder på bekostnad av sydamerikanskt måste följd effekterna av dessa gröders markanvändning på övrig användning av jordbruksmark samt avskogning beaktas. Mer specifikt handlar det om att kvantifiera i vilken grad ökad markanvändning för proteinfoder i Europa respektive Sydamerika påverkar övrig markanvändning för livsmedel på regional och global nivå, i termer av förändrad areal och avkastning. Metodiken för att bedöma dessa följd effekter består med fördel av en integrerad ansats i vilken ekonomiska jämviktsmodeller och geografiskt explicita modeller kombineras. Bland de mest framträdande exemplen på integrerad tillämpning av denna typ av modeller är LEITAP- och CLUE-modellerna, som i EURURALIS-projektet har använts för att analysera olika framtidsbilder av EU:s jordbruk och markanvändning (Eickhout och Prins 2008). CLUE-modellen har i fristående tillämpningar även använts för att analysera markanvändning och avskogning i Sydamerika (Wassenaar m fl 2007). Eftersom erfarenhet finns från tillämpning inom relevanta områden och att modellerna är tillgängliga för användning av andra forskare, utgör de lämpliga verktyg för användning.

Koldioxidutsläppen från avskogning uppskattas i dag framförallt med två metoder, ”net committed emissions” (NCE) och årlig kolbalans (Ramankutty m fl 2007). NCE innebär att emissionerna beräknas som skillnaden i kolförråd i den ursprungliga vegetationen och den slutliga nya vegetationen på den avskogade marken (t ex sojaodling). NCE-metoden skiljer sig från årliga kolbalanser genom att den inkluderar alla emissioner orsakade av avskogning, oavsett när de sker i tid. Markanvändningen efter avskogning i Amazonas är dynamisk och inkluderar olika cykler av betesmark, ettåriga grödor, träd och återväxt av sekundär skog. För att hantera de många frekventa växlingarna mellan olika markanvändning efter avskogning i emissionsberäkningarna med NCE-metoden kan man använda en Markov-modell vilken utvecklades av Fearnside (1997) och som nu har använts för att uppskatta utsläppen orsakade av köttproduktion i Brasilien (Cederberg m fl 2008, Cederberg m fl 2009). Uppskattning av kolinnehåll i jordbruksmark kan göras genom direkta eller indirekta mätmetoder, eller genom simuleringsmodeller. Uppskattningar av långsiktiga förändringar av kolinnehåll baseras dock i princip uteslutande på simuleringsmodeller. Modelleringen av kolinnehåll i mark behöver baseras på moderna modeller t ex BIOBEN-modellen (BIOenergy net climate BENefit) som har tagits fram vid Avdelningen för fysisk resursteori, Chalmers och som bl a används för att analysera nettoreduktionen av växthusgasutsläpp från brasiliansk sockerrörsetanol (Barreto m fl 2009). BIOBEN-modellen inrymmer en dynamisk modellering av kolinnehållet i mark i vilken effekten över tid på kolinnehållet av olika markanvändningsformer beaktas. BIOBEN-modellen behöver vidareutvecklas med bl a tillägg av processfokuserad modellering av kolflöden i mark (Vuichard m fl 2007). Detta är emellertid inte tillräckligt eftersom markkolsmodeller (som t ex ICBM, som är framtagen vid SLU) behöver vara kalibrerade för åkermark vid nordiska förhållanden (Andrén m fl 2004). De sammantagna nettoutsläppen av växthusgaser från mjölk- och nötköttsproduktion, samt nettoförändringar i växthusgasutsläppen från övrig livsmedelsproduktion, behöver beräknas med modeller för global, multiregional markanvändning, produktion och växthusgasemissioner, med särskilt detaljerade beskrivningar av foderanvändning och växthusgasutsläpp i animaliesektorn. Detta kan t ex ske med modellen ALBIO (Agricultural Land use and BIOmass flows), som är utvecklad vid Avdelningen för fysisk resursteori, Chalmers. Modellen har tidigare bl a använts för att bedöma potentialen för att minska växthusgasutsläppen från EUs mjölksektor (Kasimir Klemedtsson och Wirsenius 2004). En modell som ALBIO kan tillsammans med ekonomiska respektive geografiska modeller bilda ett modellsystem, i vilket beräkningarna i respektive modell justeras i en iterativ process för att erhålla bästa möjliga samstämmighet mellan modellerna.

Diskussion

Publikationer

Wirsenius S, Molander S, Cederberg C (2009) Korna och klimatet – frågeställningar kring möjligheter och styrmedel för en växthusgaseffektiv nordisk mjölk- och nötköttsproduktion. Rapport Miljösystemanalys, Chalmers Tekniska Högskola 2009, 17 pp.

Övrig resultatförmedling till näringen

I detta fall ingen eftersom projektet syftade till att utveckla en ansökan om ett större forskningsprojekt, vilken sånts in och beviljats med annan huvudsökande. Projektet genomförs för tillfället med en doktorand vid Fysisk Resursteori, Chalmers.