



Foto: Sven Bernesson

Ett fossilfritt och mer robust livsmedelssystem i Skåne

SLU Partnerskap Alnarps projekt nr: 1496 23

Projekttitel på svenska enligt projektansökan: Ett fossilfritt och mer robust livsmedelssystem i Skåne

Projekttitel på engelska enligt projektansökan: A fossil-free and more robust food system in Scania

Projektledare: Daniel Nilsson

Författare till rapporten: Daniel Nilsson, Marc Puig van Friesen, Sven Bernesson

Fakultet: LTV

Institution: Institutionen för biosystem och teknologi

Projekttid: 2023-11-- 2024-08 (förlängt till 2025-01)

Projektpartners: Länsstyrelsen Skåne

Projektsammanfattning

I Skåne bedrivs ett intensivt jordbruk, och länet har bland de bästa odlingsförutsättningarna i landet när det gäller bördighet, klimat och arrondering. Jordbruket svarar för nästan en fjärdedel av de totala territoriella utsläppen av växthusgaser i länet, och för ungefär en sjättedel av landets totala utsläpp inom jordbrukssektorn. Arbetet med att minska dessa utsläpp behöver därför intensifieras om regionala, nationella och europeiska (EU) utsläppsmål ska kunna nås.

Ett syfte med detta projekt var att inventera och analysera lantbrukets utsläpp av växthusgaser i Skåne län, med särskild fokus på utsläpp av koldioxid med fossilt ursprung, för att därigenom kunna beskriva lantbrukets beroende av fossilbaserade produkter. Både direkta (territoriella) och indirekta (via insatsvaror) utsläpp har inventerats. En uppskattning av utsläppen från olika produktionsinriktningar (växtodling, animalieproduktion) har också gjorts för att illustrera hur stora utsläppen är för produktion av olika typer av livsmedel, och för att se vilka specifika möjligheter det finns för att minska dessa utsläpp. Ett annat syfte var att se vilka möjligheter det finns att minska de fossila utsläppen med hjälp av energieffektivisering och en övergång till biodrivmedel och elektrifiering.

Resultaten visade att lustgas, framförallt från kvävet omsättning i marken, och metan, framförallt från djurens matsmältning, var de viktigaste växthusgaserna i det skånska lantbruket under år 2022; 52 % resp 39 %, uttryckt i CO₂-ekvivalenter. Koldioxid var den tredje största växthusgasen med 9 %. De territoriella utsläppen från användning av fossila bränslen var ca 8 %, eller ca 90 000 ton CO₂-ekv. De insatsvaror som hade de högsta utsläppen var mineralkvävegödsel och sojafoder, med en uppskattad utsläppsnivå på drygt 150 000 ton CO₂-ekv/år resp 100 000 ton CO₂-ekv/år. Dessa uppskattningar är något osäkra, samtidigt som det sker en snabb utveckling mot ”grönare” tillverkning av kvävegödsel och en ökad inhemsk produktion av alternativa proteingrödor. Det skånska jordbruket har också goda möjligheter att binda in kol i marken genom t.ex. odling av mellangrödor, återförsel av växt- och rötresten och tillförsel av biokol.

Fossila drivmedel till lantbrukets traktorer och maskiner kan på kort sikt ersättas med biodrivmedel. De drivmedel som är aktuella är framförallt HVO (hydrerade vegetabiliska oljor), syntetiska drivmedel, FAME (fettsyrametylestrar), etanol (E85 – inblandning i bensin) och biogas. Det är viktigt att styrmedel införs som ökar de ekonomiska incitamenten för att använda förnybara bränslen.

Framöver förväntas även en ökad elektrifiering inom lantbruket. Egen produktion av el kan ske genom kraftvärmeanläggningar, vindkraftverk och s.k. solbruk (”agrivoltaics”). Denna el kan användas internt för att driva olika fordon, lagras via batterier (och ev. bidra med stödtjänster till elnätet), och för att producera vätgas och ammoniak. På längre sikt kan ammoniak bli kommersiellt intressant för småskalig produktion av kvävegödsel. Tre fallstudier i projektet visade att gårdar som använder biogas, vätgas, ammoniak och batteridrift har stor potential att minska användningen av fossila bränslen. I rapporten förs också en diskussion kring vikten av robusta energisystem, inte minst med tanke på säkerhetsläget i vår omvärld.

Abstract

Skåne is a county with intensive agriculture, and it has some of the best farming conditions in Sweden in terms of soil fertility, climate and farm layout. Agriculture accounts for almost a quarter of the total territorial greenhouse gas emissions in the county, and for approximately one sixth of the country's total emissions in the agricultural sector. Efforts to reduce these emissions therefore need to be intensified if regional, national and European (EU) emission targets are to be achieved.

One aim of this project was to inventory and analyse agricultural greenhouse gas emissions in Skåne County, with a particular focus on emissions of carbon dioxide of fossil origin, in order to thereby describe agriculture's dependence on fossil-based products. Both direct (territorial) and indirect (via input goods) emissions have been inventoried. An estimate of emissions from different production branches (crop farming, livestock production) has also been made to illustrate the magnitude of emissions for the production of different types of food, and to see what specific opportunities there are to reduce these emissions. Another aim was to see what opportunities there are to reduce fossil emissions through energy savings and a transition to biofuels and electrification.

The results showed that nitrous oxide, mainly from nitrogen turnover in the soil, and methane, mainly from animal digestion, were the most important greenhouse gases in Skåne agriculture in 2022; 52% and 39% respectively, expressed in CO₂ equivalents. Carbon dioxide was the third largest greenhouse gas with 9%. Territorial emissions from the use of fossil fuels were about 8%, or about 90,000 tonnes of CO₂ equivalent. The inputs with the highest emissions were mineral nitrogen fertilizer and soy feed, with an estimated emission level of just over 150,000 tonnes CO₂-eq/year and 100,000 tonnes CO₂-eq/year respectively. These estimates are somewhat uncertain, while there is a rapid development towards “greener” production of nitrogen fertilizer and an increased domestic production of alternative protein crops. The agriculture in Skåne also has good opportunities to sequester carbon in the soil through, for example, the cultivation of intermediate crops, the return of plant residues and digestate and the supply of biochar.

Fossil fuels for agricultural tractors and machinery can be replaced with biofuels in the short term. The fuels that are relevant are primarily HVO (hydrogenated vegetable oils), synthetic fuels, FAME (fatty acid methyl esters), ethanol (E85 – mixed into gasoline) and biogas. It is important that policy instruments are introduced that increase the economic incentives for using renewable fuels.

In the future, increased electrification in agriculture is also expected. Own production of electricity can be done through combined heat and power plants, wind turbines and so-called solar farms (“agrivoltaics”). This electricity can be used internally to power various vehicles, stored via batteries (and possibly contribute support services to the electricity grid), and to produce hydrogen and ammonia. In the longer term, ammonia may become commercially interesting for small-scale production of nitrogen fertilizer. Three case studies in the project showed that farms that use biogas, hydrogen, ammonia and battery operation have great potential to reduce the use of fossil fuels. The report also discusses the importance of robust energy systems, not least in view of the security situation in our world.

Bakgrund

Utsläppen av växthusgaser och därmed ett förändrat klimat utgör idag ett allvarligt hot mot våra gemensamma framtida livsbetingelser. Detta gäller inte minst inom livsmedelsproduktionen, som kan påverkas negativt av varmare och mer instabila väderförhållanden. Globalt svarar jordbruket för 21 % av de antropogena utsläppen av växthusgaser, och det är därför av hög prioritet att minska dessa utsläpp (Reisinger m.fl. 2021). Inom EU har man antagit en klimatlag som säger att netto-utsläppen av växthusgaser ska minska med minst 55 % till år 2030 jämfört med utsläppen år 1990 (Naturvårdsverket 2024a). Denna lag anger också att man ska nå klimatneutralitet senast år 2050, och därefter ha nettonegativa utsläpp. Begreppen nettoutsläpp och nettonegativa innebär att både avgång och upptag av koldioxid från skog och mark ingår i målen (Naturvårdsverket 2024a).

I Sverige var de territoriella utsläppen av växthusgaser under år 2022 drygt 45,1 miljoner ton CO₂-ekvivalenter (Nationella emissionsdatabasen 2024a). Sveriges långsiktiga mål är att ha nettonoll utsläpp år 2045, och därefter enbart ha nettonegativa utsläpp (Naturvårdsverket 2024b). Målet innebär att utsläppen från svenskt territorium ska vara minst 85 procent lägre senast år 2045 jämfört med utsläppen år 1990. Resterande utsläppsminskningar ned till noll ska nås med hjälp av s.k. kompletterande åtgärder, som innefattar upptag av koldioxid i skog och mark (som är utöver de åtgärder som redan genomförs), utsläppsminskningar utanför Sveriges gränser samt avskiljning och lagring av CO₂ från förbränning av biobränslen (bio-CCS). Avskiljning och lagring av CO₂ av fossilt ursprung kan också räknas som en åtgärd om rimliga alternativ saknas (Naturvårdsverket 2024b).

I Sverige svarar jordbruket för ca 14 % av de totala territoriella utsläppen (Nationella emissionsdatabasen 2024a). Utsläppen inom jordbruket är till stor del kopplade till biologiska processer inom själva produktionen; utsläpp av metan från husdjurens matsmältning och utsläpp av lustgas vid omsättning av kväve i marken. Det är därför svårt att minska utsläppen av metan och lustgas utan att de producerade volymerna av olika livsmedel påverkas negativt. Utsläpp som härrör från användning av fossila bränslen svarar för ca 5 % av jordbrukets totala utsläpp av växthusgaser (Jordbruksverket 2023). Om man även räknar in indirekta utsläpp för att tillverka insatsvaror blir andelen minst det dubbla. Numera finns teknik för att minska eller t.o.m. eliminera dessa utsläpp, men sådana åtgärder är vanligen kostsamma för lantbrukarna, som idag i många fall är satta under ekonomisk press i sin verksamhet.

Förutom att jordbruket är en viktig utsläppskälla, har denna sektor också stora möjligheter att binda och lagra in kol i marken. Genom ett mer cirkulärt tänkande, där t.ex. växtrester och mellangrödor används för att producera biogas som ersätter fossila bränslen, samtidigt som rötresterna återförs till marken och bidrar till ett ökat innehåll av markkol, kan effekten bli en nettobindning av kol (se t.ex. Barrios Latorre m.fl. 2024).

Ett sätt att snabbt minska utsläppen från fossila bränslen är att energieffektivisera (Bernesson m.fl. 2023) och i högre grad använda befintliga biobränslen, t.ex. HVO (hydrerade vegetabiliska oljor) och FAME (fettsyrametylestrar) (SOU 2021). Biogas och eldrivna fordon är också alternativ som börjar få ett stort intresse inom lantbruket. Både biogas och el kan produceras på den egna gården från gödsel, växtrester, etc., resp från kraftvärme, solceller, etc., och därmed bidra till ökad cirkularitet och minskat beroende av inköpta insatsvaror.

Med ett varmare klimat och förändrade väderförhållanden, och genom andra externa störningar i produktionen, är det viktigt att jordbruket har stor motståndskraft, d.v.s. är robust och har förmåga att stå emot både kortvariga och långvariga störningar (Riksdagen 2021; SOU 2024). Ofta används olika begrepp såsom robusthet, sårbarhet och resiliens, och vissa otydligheter i definitionen och särskiljningen av dessa begrepp kan leda till svårigheter vid diskussion och kommunikation kring lantbrukets motståndskraft. Vid en övergång till en mer fossiloberoende produktion, t.ex. vid en ökad elektrifiering, är det viktigt att aspekter som rör både hållbarhet och störningskänslighet beaktas (Meuwissen m.fl. 2019; Röös m.fl. 2021a; Reidsma m.fl. 2023).

Skåne sägs ibland vara Sveriges ”kornbod”. Här finns landets bästa jordbruksmark och länet består till nästan hälften av åker- och betesmark (Länsstyrelsen Skåne 2018). Här finns också goda möjligheter att öka produktionen av förnybara bränslen/energislag såsom biogas, rapsmetylster (RME) och el (inkl. t.ex. vätgas). Potentialen för ökad användning av icke-fossilbaserade kvävegödselmedel från t.ex. rötresten och ”grön” ammoniak är stor, liksom för en ökad bindning av markkol genom smartare bruksmetoder. Länsstyrelsen (2018) framhåller att det finns goda möjligheter att göra betydande framsteg inom klimatarbetet genom ett ökat samarbete mellan de producenter, livsmedelsindustrier, konsumenter, myndigheter och högskolor och universitet som finns här.

Syfte

Ett syfte med detta projekt är att inventera lantbrukets utsläpp av växthusgaser i Skåne län, med särskild fokus på utsläpp av koldioxid med fossilt ursprung, för att därigenom kunna beskriva lantbrukets beroende av fossilbaserade produkter. Både direkta (territoriella) och indirekta utsläpp (via insatsvaror) kommer att inventeras. En uppskattning av utsläppen från olika produktionsinriktningar (växtodling, animalieproduktion) görs också för att illustrera hur stora utsläppen är för produktion av olika typer av livsmedel, och för att se vilka specifika möjligheter det finns för att minska dessa utsläpp.

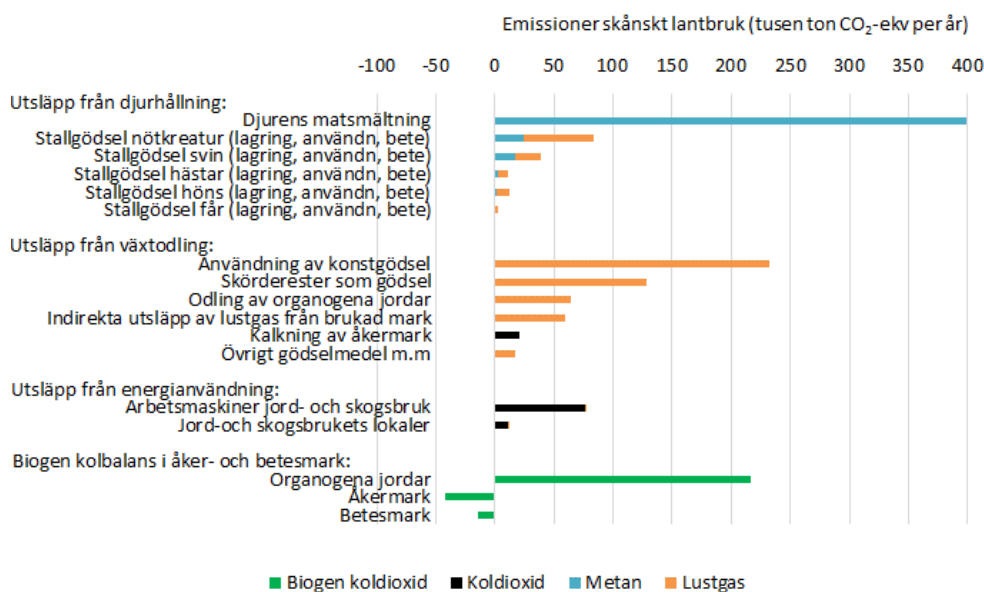
Ett annat syfte är att se vilka möjligheter det finns att minska de fossila utsläppen med hjälp av energieffektivisering och en övergång till biodrivmedel och elektrifiering. I studien görs en fallstudie på tre gårdar för att beräkna effekterna av en elektrifiering. Slutligen diskuteras robustheten inom lantbruket, med särskild fokus på effekterna av en ökad elektrifiering. Ett mål med projektet har varit att föreslå några konkreta forskningsinsatser med syfte att nå en mer fossiloberoende primärproduktion i länet.

Metod

Studien är i huvudsak en litteratursammanställning. Data och information om utsläpp av växthusgaser har hämtats från olika statistikkällor och berörda myndigheter. I övrigt har information sammanställts från rapporter, tidskrifter, vetenskapliga artiklar och internetkällor. För de tre fallstudiegårdarna har data hämtats från genomförda energikartläggningar och från Klimatkollen (inom Greppa Näringen).

Resultat

Lustgas, framförallt från kvävet omsättning i marken, och metan, framförallt från djurens matsmältning, var de viktigaste växthusgaserna i det skånska lantbruket under år 2022; 52 % resp 39 %, uttryckt i CO₂-ekvivalenter (figur 1). Koldioxid var den tredje största växthusgasen med 9 %. De territoriella utsläppen från användning av fossila bränslen var ca 8 %, eller ca 90 000 ton CO₂-ekv (här ingår även arbetsmaskiner och lokaler inom skogsbruket). Den biogena kolbalansen i åker- och betesmark spelar också en betydande roll (figur 1). Utsläppen från organogena jordar var t.ex. uppskattningsvis mer än 200 000 CO₂-ekv, men det skånska jordbruket har också goda möjligheter att binda in kol i marken genom t.ex. odling av mellangrödor, återförsel av växt- och rötter och tillförsel av biokol.



Figur 1. Totala territoriella utsläpp av växthusgaser från lantbruket i Skåne län.

De insatsvaror som hade de högsta icke-territoriella utsläppen var mineralkvävegödsel och sojafoder, med en uppskattad utsläppsnivå på drygt 150 000 ton CO₂-ekv/år resp. 100 000 ton CO₂-ekv/år. Även om det finns vissa osäkerheter i dessa uppskattningar, konstaterades att det sker en snabb utveckling mot ”grönare” tillverkning av kvävegödsel och en ökad inhemsk produktion av proteingrödor.

Både inom animalieproduktionen och växtodlingen pågår forskning om olika metoder för att minska utsläppen av metan resp. lustgas. En metod som bedöms ha stor potential att minska utsläppen av metan är tillsatser av olika medel som hämmar metanogenesen (produktionen av metan) i vommen. Inom växtodlingen har man testat nitrifikationshämmare och olika bakterier för att minska utsläppen av lustgas. På kortare sikt bedöms dock resurseffektiva produktionsmetoder i kombination med rådgivning vara de mest kostnadseffektiva sätten för att snabbt få ned utsläppen (Jordbruksverket 2023).

Olika åtgärdsprogram och beräkningshjälpmedel har tagits fram för att identifiera och kvantifiera utsläppen av växthusgaser på gårdsnivå. Några exempel är Klimatkollen (Greppa Näringen 2024a), Energikollen, Vera (Greppa Näringen 2024b), Klimatkalkylen (Dataväxt 2024), Arla FarmAhead™ (Arla 2024). Lantmännen, LRF, Hushållningssällskapet, Växa, Arla och Scan Sverige har inlett ett arbete med

att utveckla en gemensam digital plattform som heter Agronod och som ska användas för att samla och dela jordbruksdata till olika applikationer (Agronod 2024a). Inom Agronod har man utvecklat ett verktyg (Agrosfär) för klimatberäkningar på gårdsnivå (Ahlgren m.fl. 2024). Agrosfär ska inte bara användas för att beräkna gårdens totala utsläpp, utan också utsläppen på produktnivå, d.v.s. kg CO₂-ekv per kg eller liter producerad vara och år.

Det finns en stor potential att minska behovet av energi genom energieffektivisering. Exempelvis kan precisionsodling på kort sikt ge skördeökningar på ca 3 %. RISE (2022) anger att precisionsodling tillsammans med andra åtgärder, såsom t.ex. sortförädling, kan öka avkastningen med upp till 20 %, samtidigt som mängden insatsmedel som diesel, gödsel och utsäde kan reduceras och fördelas där de gör mest nytta. I Sverige minskar antalet gårdar, medan deras storlek ökar för att kunna hålla verksamheten konkurrenskraftig och underlätta användningen av allt större och effektivare maskiner. Casimir m.fl. (2019) menar att man teoretiskt kan spara 33-60 % av det bränsle som åtgår för transporter mellan fälten genom att skifta mark mellan brukningsenheter för att få marken mer samlad nära brukningscentrum. Ett tredje exempel är spannmålstorkar, där värmeåtervinning skulle kunna leda till energibesparingar på 7-10 % (Jordbruksverket 2012). Ökad precisionsstyrning och digitalisering inom animalieproduktionen kan minska spillet vid utfodring från ca 10 % till 2-4 %.

Elektrifiering förväntas få en allt större betydelse när det gäller att ersätta fossila bränslen i jordbruket. I tabell 1 redovisas resultaten för olika elektrifieringsåtgärder på tre fallstudiegårdar i Skåne. Annelövsgården är en gård med smågrisproduktion och som använder diesel idag för inomgårdsarbeten, främst för utgödsling, samt el för utfodring, ventilation, utgödsling, belysning och uppvärmning. Det antogs att allt inomgårdsarbete och delar av den övriga dieselanvändningen ersätts med batteridrift samt att det byggs en biogasanläggning med kraftvärme. I detta scenario minskar utsläppen från 92 ton CO₂-ekv till 55 ton CO₂-ekv (tabell 1).

Bjärsgård är en gård som bedriver växtodling på ca 870 ha och mjölkproduktion med ca 500 kor. Verksamheten använder idag diesel för utom- och inomgårdsarbeten. Eldningsolja används i torken. Det antogs att diesel för utomgårdsarbetet ersätts med vätgas och att diesel för inomgårdsarbetet ersätts med batteridrift samt att det byggs en biogasanläggning med kraftvärme. Eldningsoljan för torken ersätts till viss del med värme från biogasanläggningens kraftvärme. Mineralgödslet ersätts till viss del av biogödsel från biogasanläggningen. Resultatet blir en minskning från 454 CO₂-ekv/år till 19 CO₂-ekv/år (tabell 1).

Tabell 1. Utsläpp av växthusgaser (ton CO₂-ekv/år) före och efter de genomförda åtgärderna på fallstudiegårdarna (i.-inomgårds, u.-utomgårds, min.N-inköpt mineralkvävegödsel)

Gård/företag	Nuvarande	Framtida scenario	Före	Efter
Annelövsgården	Diesel i., el	Batteri, biogasel	92	55
Bjärsgård	Diesel u.+i., olja tork, min.N, el	Batteri, vätgas, biogas	454	19
Tosterup	Diesel u.+i., olja tork, min.N, el	Batteri, ammoniak	575	141

Tosterup är en gård som bedriver växtodling på ca 590 ha åkermark. Verksamheten använder idag diesel för utom- och inomgårdsarbeten, och eldningsolja används i torken. Det antogs att diesel för utomgårdsarbetet ersätts med ammoniak och diesel

för inomgårdsarbetet ersätts med batteridrift. Eldningsoljan för torken och mineralgödslet ersätts av ammoniak. Vi får här en minskning från 575 CO₂-ekv/år till 141 ton CO₂-ekv/år (tabell 1).

Dessa resultat är en kort sammanfattning av resultat som finns mer utförligt beskrivna i rapporten av Nilsson m.fl. (2025).

Diskussion

I det skånska jordbruket finns det många olika källor till växthusgaser. De största bidragen till klimatpåverkan, mätt i antalet CO₂-ekvivalenter, kommer från lustgas följt av metan. I Sveriges nationella emissionsdatabas används GWP100 = 25 för metan och GWP100 = 298 för lustgas enligt IPCC:s Fourth Assessment Report från 2007 (Nationella emissionsdatabasen 2024b), och dessa gaser har alltså betydligt större klimatpåverkan per volymenhet än koldioxid. Även små förändringar i volym har alltså stor betydelse för deras klimatpåverkan.

De territoriella utsläppen från användningen av fossila bränslen i lantbruket i Skåne utgör knappt 8 %. Även om livsmedelsproduktionen skulle bli ”fossilfri”, så är det alltså endast en mindre del av de totala utsläppen som försvinner. Ändå är det viktigt att inte bara arbeta med att minska utsläppen av lustgas och metan, utan även med utsläppen av koldioxid från fossila bränslen, inte minst med tanke på att lantbruket har tillgång till interna resurser och råvaror för att fasa ut dessa bränslen, och för att andra sektorer och marknader kan komma att efterfråga sådana alternativ från lantbruket.

Beräkningarna av de biogena kolflödena för Skåne har stor osäkerhet då de relaterades till de nationella utsläppsnivåerna. Helt klart är dock att de utgör en väsentlig del av de totala utsläppen. Återvätning av vissa mulljordar kan vara ett effektivt sätt att minska utsläppen från organogena jordar (Jordbruksverket 2018; Hall m.fl. 2022). Som tidigare har nämnts, finns det en mängd olika sätt att öka markens kolinnehåll, t.ex. genom val av grödor (Bolinder m.fl. 2017), genom odling av mellangrödor (Barrios Latorre m.fl. 2024) och genom tillförsel av biokol. En analys av möjligheterna att minska utsläppen och öka upptaget av koldioxid i brukade marker i Skåne redovisas av Hall m.fl. (2022). Ett annat projekt i Skåne, ”Rest till Bäst”, visade att biokol har stor potential att bidra som kolsänka i länet (Paulsson (red.) 2020). Reducerad jordbearbetning har framförts som ytterligare ett alternativ, men det tycks inte ha någon större inverkan på nettoinlagringen av kol p.g.a. av att den ökning av markkol som kan ses i det översta jordlagret kompenseras av den minskning som sker djupare ner i jordlagret (Bolinder m.fl. 2017).

De indirekta utsläppen från framställning av insatsvarorna mineralkvävegödsel, sojafoder och ensilageplast för Skåne uppskattades till 262 000 ton CO₂-ekv/år, vilket är nästan tre gånger mer än utsläppen från fossila bränslen. Med hjälp av ny teknik och inhemska proteingrödor finns det dock stora förhoppningar om att dessa utsläpp kan minska ganska mycket. Yaras nya fossilfria produktion av vätgas vid tillverkningen av mineralgödselkväve uppges t.ex. minska utsläppen till mindre än en tredjedel (Yara 2024). Importerad soja kan ha ekonomiska konkurrensfördelar, men Lantmännens (2024) strävan att ersätta importerad soja med inhemska proteingrödor har förutsättningar att bli framgångsrik, särskilt vid en intensifierad rådgivning och forskning kring dessa grödor.

En minskad konsumtion av animaliska livsmedel till förmån för växtbaserade skulle ha en relativt stor betydelse för länets totala utsläppsnivåer. Mer baljväxter skulle också minska behovet av mineralkvävegödsel, då de är kvävefixerande. Men det finns också andra värden vid produktion av animaliska livsmedel, t.ex. när det gäller biologisk mångfald i samband med att nötkreatur och får betar på naturbetesmarker. Gödsel från djur har ett stort värde inom växtodlingen, och vallgrödor har stor förmåga att binda markkol (Bolinder m.fl. 2017). Sammansättningen av vilka livsmedel vi ska producera är en komplex fråga och är beroende av vilka övriga livsmedel vi importerar och hur de produceras, samt av konsumenternas preferenser. En klimatskatt har diskuterats med syfte att styra över konsumtionen till livsmedel med lägre klimatpåverkan. Resultaten från en studie av Rööf m.fl. (2021b) visar att en konsumtionsskatt som motsvarar den svenska koldioxidskatten år 2015 (1,15 kronor per kg CO₂) och som omfattar alla utsläpp i ett livscykelperspektiv skulle kunna minska växthusgasutsläppen med drygt 10 %. Enligt studien skulle priset på nötkött öka med 18 %, medan priset på grönsaker skulle öka några enstaka procent.

Genom att samla in stora datamängder från olika aktörer via plattformen Agronod, kan Agrosfär bli ett kraftfullt verktyg för att beräkna livscykelbaserade utsläpp ner på produktnivå för olika gårdar och produktionsinriktningar. Till skillnad mot övriga verktyg, baseras Agrosfär på automatisk dataöverföring från olika källor. Effekten av ändringar i produktionen kan snabbt visualiseras och analyseras i arbetet mot en mer klimatneutral produktion. Verktöget kan också användas för att kommunicera gårdens klimatavtryck gentemot förädlingsindustrin och konsumenterna. Det finns dock alltid en risk med att samla stora mängder digitala data om gården på ett ställe, även om Agronod hävdar att man har mycket höga säkerhetskrav. Det ska också tilläggas att det pågår en egen-initierad utredning om ägarsammansättningen till Agronod påverkar konkurrensen på marknaden för lantbruksdata (Agronod 2024b). Oberoende av beräkningsverktyg, är det viktigt att de olika hjälpmedlen är knutna till personlig rådgivning och regelbundna uppföljningar. På gårdsnivå kan det dock vara svårt att veta vilka åtgärder som är de lägst ”hängande frukterna”, och därför behövs mer forskning kring detta.

Energieffektivisering inom lantbruket har stor potential att minska användningen av fossil energi. Enskilda åtgärder kanske inte alltid ger så stora resultat, men tillsammans kan de leda till betydande minskningar. Det finns olika nivåer för att spara energi, en del handlar om beteendeförändringar, andra om mindre investeringar och en tredje nivå om utbyte av energi- eller produktionssystem. För att öka energieffektiviseringen inom jordbruket krävs att lantbrukets organisationer och myndigheter aktivt utbildar lantbrukarna i hur de kan energieffektivisera sina företag. Dessutom kan det krävas att myndigheterna ger bidrag till sådan utbildning. Lantbruket har idag en förhållandevis svag lönsamhet. För större investeringar krävs därför ofta ekonomiska bidrag och investeringsbidrag för åtgärder som minskar energianvändningen eller användningen av fossila bränslen. Klimatklivet (LRF 2025) är ett investeringsbidrag som många lantbrukare har utnyttjat för att t.ex. byta från olja till biobränslen i sina torkar.

Den åtgärd som har störst potential att på kort sikt minska utsläppen från jordbrukets arbetsmaskiner är bränslebyte till rena biodrivmedel såsom HVO100 eller FAME100 (Jordbruksverket 2023). Det största hindret mot detta är priset på dessa drivmedel jämfört med fossila drivmedel. Priset är högre trots att Sverige har tillåtelse från EU att ha skattebefrielse för rena höginblandade förnybara drivmedel till och med 2026. Jordbruksföretag får en skattereduktion på diesel som används i

arbetsmaskiner. Då flera förnybara drivmedel såsom HVO och FAME inte har någon koldioxidskatt eller energiskatt när de används rent, och då återbetalningen ges på koldioxidskatten, blir resultatet att det för en lantbrukare blir dyrare att köra på dessa förnybara drivmedel. Det behövs således ekonomiska incitament för en snabb omställning från fossila till förnybara drivmedel.

Elektrifiering av fordonsflottan kommer nu snabbt, inte minst inom transportsektorn. Även inom jordbruket finns stora vinster att göra genom eldrivna fordon, t.ex. minskade utsläpp av växthusgaser, minskade underhållskostnader, minskad risk för markpackning genom att fordonen blir lättare, etc. Jordbruket har också stora möjligheter att producera sin egen el genom kraftvärme (biogas-, flis- och ORC-anläggningar), solceller och vindkraft. Intresset för solbruk eller s.k. agri-voltaiska anläggningar, där både el och livsmedel produceras på samma åkermark, har stadigt ökat (Region Skåne 2025). Skånes effektkommission (2025) ser också mycket positivt på en ökad egenproduktion av el i länet (Skåne tillhör det elområde (SE4) i Europa som har lägst egen elproduktion i förhållande till sin konsumtion).

Eftersom produktion och användning av el till stor del inte sammanfaller i tid inom lantbruket, behövs det lagringsmöjligheter. Här kan lagring i form av batterier, vätgas och ammoniak vara intressanta. Vätgas och ammoniak kan användas som bränsle och för att framställa kvävegödsel, medan el från batterier kan utgöra en stödtjänst till elnätet. Forskning behövs dock för att ta fram lönsamma koncept för hur sådana system skulle kunna se ut, och hur de sedan skulle kunna realiseras på gårdsnivå.

En intressant idé är s.k. energigemenskaper. Energigemenskap är när privatpersoner, organisationer och företag går ihop och agerar på t.ex. elmarknaden, vilket kan ge fördelar för ekonomin och miljön, men även när det gäller sociala värden (Sveriges Energigemenskaper 2024; Coompanion 2024; RISE 2024). Tillsammans kan man delta i produktion från förnybar energi, distribution och förbrukning, eldelning, värmedelning, energilagring, laddningstjänster för elbilar, etc. Genom att bli kollektivt självförsörjande på el och förbruka el nära dess källa främjas en mer miljövänlig och robust utveckling. Energigemenskaper är en form av energikooperativ, och i Sverige finns inom lantbruksrörelsen en lång tradition av kooperativt företagande. Detta är en orsak till att energigemenskaper kan vara av stort intresse för lantbruket. Coompanion Värmland har utvecklat ett digitalt kartverktyg ”Framtidskraft” för planering av energigemenskaper (Coompanion 2024). Syftet med plattformen är att på ett övergripande vis få insikt i hur en lokal energigemenskap skulle kunna se ut på t.ex. landsbygden. Plattformen bedöms vara användbar även för lantbruksföretag.

Lantbrukets och livsmedelsbranschens förmåga att klara olika störningar blir allt viktigare i takt med att osäkerheterna i vår omvärld ökar. I Skåne har jordbruksföretagen blivit allt större och mer specialiserade, vilket kan öka sårbarheten. Om en större skördetröska inte kan få fram reservdelar i tid, blir det stora arealer där tröskningen blir försenad eller t.o.m. kan utebli. Det är svårt att kvantifiera eller ”mäta” robusthet och resiliens hos teknisk-biologiska system såsom lantbruk, särskilt när det gäller mer obeprövade produktionssystem som är ”fossilfria”, och därför behövs mer forskning kring detta.

Referenser

Agronod. 2024a. Noden för svensk lantbruksdata. <https://www.agronod.com/> [2024-10-18].

- Agronod. 2024b. Konkurrensverket och Agronod. <https://www.agronod.com/fragor> [2024-10-18].
- Ahlgren, S., Behaderovic, D., Edman, F., Wallman, M., Laurentz, M., Henryson, K., Berglund, M., Söderberg, V., Karlsson, A. & Abrahamsson, S. 2024. Description of the Agrosfär model – a tool for the climate impact assessment of farms, crop and animal production systems in Sweden. RISE Report 2024:2. RISE Research Institutes of Sweden AB, Borås, Sweden.
- Arla. 2024. FarmAhead™ Beräkning – vårt verktyg för att nå klimatmålet. <https://www.arla.se/hallbarhet/gardarna/berakningar/> [2024-10-17].
- Barrios Latorre, S.A., Björnsson, L. & Prade, T. 2024. Managing soil carbon sequestration: assessing the effects of intermediate crops, crop residues removal, and digestate application on Swedish arable land. *GCB Bioenergy*, 16e70010. <https://doi.org/10.1111/gcbb.70010>.
- Bernesson, S., Karlsson Potter, H., Hansson, P.-A. 2023. Energieffektivisering i lantbruket. – en litteraturstudie med fokus på svenska förhållanden. MISTRA Food Futures Report 19. ISBN:978-91-8046-678-3 (electronic), 978-91-8046-677- (print). 80 s.
- Bolinder, M.A., Freeman, M. & Kätterer, T. 2017. Sammanställning av underlag för skattning av effekter på kolinlagring genom insatser i Landsbygdsprogrammet. <https://docplayer.se/105538938-Sveriges-lantbruksuniversitet-org-nr-institutionen-for-ekologi-enheten-for-systemekologi.html> [2024-10-16].
- Casimir, J., Engström, J., Flisberg, P., Frisk, M., Hansson, E., Kihlstedt, A., Rönnqvist, M. 2019. Skiftning av åkermark för ett effektivare jordbruk. RISE - Research Institutes of Sweden AB, Rapport 2019:43. Uppsala. ISBN 978-91-88907-70-7. 44 s.
- Coompanion. 2024. Energigemenskaper. <https://coompanion.se/varmland/projekt-och-uppdrag-i-varmland/energigemenskaper/>. [2024-12-21].
- Dataväxt. 2024. Dataväxt lanserar Klimatkalkylen. <https://datavaxt.com/sv/aktuellt/klimatkalkylen/> [2024-10-17].
- Greppa Näringen. 2024a. Jordbruket och klimatet. <https://greppa.nu/fa-radgivning/fakta-miljo-och-klimat/klimat> [2024-10-17].
- Greppa Näringen. 2024b. Beräkningsverktyget Vera. <https://greppa.nu/rakna-och-gor-sjalv/rakna-sjalv/vera> [2024-11-27].
- Hall, M., Hedlund, K., Ingmarsdóttir, M. (red). 2022. Markanvändning för en klimatpositiv framtid. CEC Rapport Nr 07. Centrum för miljö- och klimatvetenskap, Lunds universitet.
- Jordbruksverket. 2012. Ett klimativänligt jordbruk 2050. Rapport 2012:35. 118 s.
- Jordbruksverket. 2018. Återvätnings av organogen jordbruksmark som klimatåtgärd. Rapport 2018:30. Jordbruksverket, Jönköping. 124 sid.
- Jordbruksverket. 2023. Jordbrukets roll i arbetet med att nå det nationella klimatmålet. Rapport 2023:12. Jordbruksverket, Jönköping, Sweden. 237 s.
- Lantmännen. 2024. Soja. <https://www.lantmannen.se/hallbar-utveckling/viktiga-fragor/soja/> [2024-10-17].
- LRF. 2025. Klimatklivet är viktig satsning för framtidens lantbruk. <https://www.lrf.se/nyheter/klimatklivet-ar-viktig-satsning-for-framtidens-lantbruk/> [2025-01-30].
- Länsstyrelsen Skåne. 2018. Ett klimatneutralt och fossilbränslefritt Skåne. Klimat- och energistrategi för Skåne. <https://www.lansstyrelsen.se/download/18.68fbc90d193243b379e481ec/1732526290239/Klimat-%20och%20energistrategi%20f%C3%B6r%20Sk%C3%A5ne.pdf> [2025-01-29].
- Meuwissen, M.P.M., Feindt, P.H., Spiegel, A., Termeer, C.J.A.M., Mathijs, E., de Mey, Y., Finger, R., Balmann, A., Wauters, E., Urquhart, J., Vigani, M., Zawalińska, K., Herrera, H., Nicholas-Davies, P., Hansson, H., Paas, W., Slijper, T., Coopmans, I., Vroege, W., Ciechomska, A., Accatino, F., Kopainsky, B., Poortvliet, P.M., Candel, J.J.L., Maye, D., Severini, S., Senni, S., Soriano, B., Lagerkvist, C-J., Peneva, M., Gavrilescu, C. & Reidsma, P. 2019. A framework to assess the resilience of farming systems. *Agricultural Systems*, 176, 102656. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102656>.

- Nilsson, D., Puig van Friesen, M. & Bernesson, S. 2025. En fossilfri och mer robust livsmedelproduktion i Skåne. Hur når vi det? Rapport XX. Inst. för biosystem och teknologi, SLU Alnarp. Manuskript.
- Naturvårdsverket. 2024a. EU:s klimatmål till 2030 och 2050. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/sveriges-klimatarbete/sveriges-del-av-eus-klimatmal/> [2024-10-22].
- Naturvårdsverket. 2024b. Sveriges klimatmål och klimatpolitiska ramverk. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/sveriges-klimatarbete/sveriges-klimatmal-och-klimatpolitiska-ramverk/> [2024-10-22].
- Nationella emissionsdatabasen. 2024a. Nationella emissionsdatabasen. <https://nationellaemissionsdatabasen.smhi.se/> [2024-07-24]
- Nationella emissionsdatabasen. 2024b. Användarmanual för Nationella emissionsdatabasen. https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.174783!/Anv%C3%A4ndarmanual%20Nationella%20emissionsdatabasen%202024.pdf [2024-07-24]
- Paulsson, M. (red.). 2020. Sammanfattande slutrapport för projektet Rest till Bäst (steg 2). https://www.ri.se/sites/default/files/2022-06/slutrapport%20RtB_0.pdf [2025-01-30].
- Region Skåne. 2025. Solbruk. <https://utveckling.skane.se/regional-utveckling/verksamhetsomraden/miljo-och-klimat/solbruk/> [2025-01-30].
- Reidsma, P., Accatino, F., Appel, F., Gavrilescu, C., Krupin, V., Manevska Tasevska, G., Meuwissen, M.P.M., Peneva, M., Severini, S., Soriano, B., Urquhart, J., Zawalińska, K., Zinnanti, C. & Paas, W. 2023. Alternative systems and strategies to improve future sustainability and resilience of farming systems across Europe: from adaptation to transformation. *Land Use Policy*, 134, 106881. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106881>.
- Reisinger, A., Clark, H., Cowie, A.L., Emmet-Booth, J., Gonzalez Fischer, C., Herrero, M., Howden, M. & Leathy, S. 2021. How necessary and feasible are reductions of methane emissions from livestock to support stringent temperature goals? *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 379(2210):20200452. doi: 10.1098/rsta.2020.0452.
- Riksdagen. 2021. Lantbrukets sårbarhet – en uppföljning. 2020/21:RFR7. Riksdagstryckeriet, Stockholm. ISSN 1653-0942, ISBN 978-91-7915-025-9.
- RISE. 2022. Precisionsodling för hållbar livsmedelsproduktion. <https://www.ri.se/sv/berattelser/precisionsodling-for-hallbar-livsmedelsproduktion>. [2022-10-12].
- RISE. 2024. Energigemenskaper gör det möjligt att dela el med varandra. <https://www.ri.se/sv/berattelser/energigemenskaper-gor-det-mojligt-att-dela-el-med-varandra>. [2024-12-21].
- Röös, E., Bajzelj, B., Weil, C., Andersson, E., Bossio, D. & Gordon, L.J. 2021a. Moving beyond organic – A food system approach to assessing sustainable and resilient farming. *Global Food Security*, 28, 100487. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100487>.
- Röös, E., Säll, S. & Moberg, E. 2021b. Effekter av en klimatskatt på livsmedel. Rapport 6965. Naturvårdsverket, Stockholm. ISBN 978-91-620-6965-0.
- Skånes effektkommission. 2025. Skånes effektkommission. <https://utveckling.skane.se/regional-utveckling/verksamhetsomraden/energiforsorjning/skanes-effektkommission/> [2025-01-30].
- SOU. 2021. Vägen mot fossiloberoende jordbruk. Statens offentliga utredningar 2021:67, Regeringskansliet, Stockholm.
- SOU. 2024. Livsmedelsberedskap för en ny tid. Betänkande av Utredningen om en ny livsmedelsberedskap. SOU 2024:8. Statens offentliga utredningar (SOU), Stockholm.
- Sveriges Energigemenskaper. 2024. Energigemenskaper. <https://www.sverigesenergigemenskaper.se>. [2024-12-21].
- Yara. 2024. Gödsel med lågt klimatavtryck. <https://www.yara.se/vaxtnaring/fossilfri-mineralgodsel/> [2024-08-15].