Så klarar det **svenska jordbruket** klimatmålen

En delrapport från IVA-projektet Vägval för klimatet

TEMA:
KLIMAT-RESURSER-ENERGI

OKTOBER 2019

IVA
Kungl. IngenjörsVetenskaps Akademien

Innehåll

Förord 4
Utgångspunkter 6

Observationer 8

Därför behöver vi jordbruk 12
Jordbrukets struktur 14
Livsmedelsförsörjning 14
Koppling till förädlingsindustri 15
Enkel energibalans för jordbruket 16
Inverkan av dieter 16
Livsmedelsberedskap 17
Klimateffekter 19

Svenskt jordbruk står sig väl 20
Goda naturgivna förutsättningar och hög produktivitet 21
Svenskt jordbruk har goda klimatprestanda 22
Jordbruket i klimatrapporteringen 23
Vägen framåt – hållbar intensifiering 24
Politisk enighet om att konkurrenskraften ska stärkas 26
Politiska styrmedel påverkar jordbrukets klimatnytta 26

Jordbruket kan lagra in mer kol i marken och minska utsläpp från markanvändning 28
Kolinlagring – så funkar det 29
Kolinlagring är bra för markens bördighet 30
Koldioxidutsläppen från organogena jordar 32
Åtgärder för att öka kolinlagringen 33
Hur Landsbygdsprogrammet kan bidra till ökad kolinlagring 34
Kolinlagringen i klimatpolitiken 35

Åtgärder för att minska jordbrukssektorns utsläpp av växthusgaser 36

Forskningsbehov 44

Appendix 48
Referenser 49
Bilaga 1: Stora osäkerheter i uppskattningarna av utsläppen 51
Bilaga 2: Liten ordlista 53

Förord

»Konsumtion och produktion av livsmedel är komplexa system som kräver omfattande analyser.«

Sveriges riksdag beslutade 2017 att införa ett klimatpolitiskt ramverk som innebär att Sverige ska vara klimatneutralt år 2045. Det finns ett stort engagemang i samhället för att arbeta med hållbarhet och klimatfrågor. IVA vill därför bidra med ett helhetsperspektiv i frågan för att det ska bli lättare för olika beslutsfattare att väga alternativ mot varandra. Syftet med IVA-projektet Vägval för klimatet är att ta fram förslag på åtgärder för att Sverige ska uppnå klimatmålen samtidigt som det stärker svensk konkurrenskraft.

Projektet drivs genom fem olika delprojekt:

- Industrisystem
- Transportsystem
- Energisystem
- Jordbrukssystem
- Samhällssystem

Denna delrapport belyser möjligheterna och förutsättningarna för en anpassning av svenskt jordbruk för att uppnå klimatmålen samtidigt som samhällets behov av livsmedel tillgodoses.

Arbetet har bedrivits utifrån IVA:s projektmodell i bred samverkan mellan olika organisationer, i ett gränsöverskridande arbete mellan akademi och näringsliv. Det har också skett i samråd och samarbete med projektets övriga arbetsgrupper samt med ett parallellt IVA-projekt; Resurseffektivitet och cirkulär ekonomi. Arbetsgruppen för jordbruk har skapats genom ett gemensamt initiativ från KSLA och IVA. Gruppen har utgått från tidigare utförda studier och kvantifierade underlag för övergripande analyser och skrivningarna baseras på nu känd kunskap och aktuella bedömningar om framtida teknik- och kostnadsutveckling.

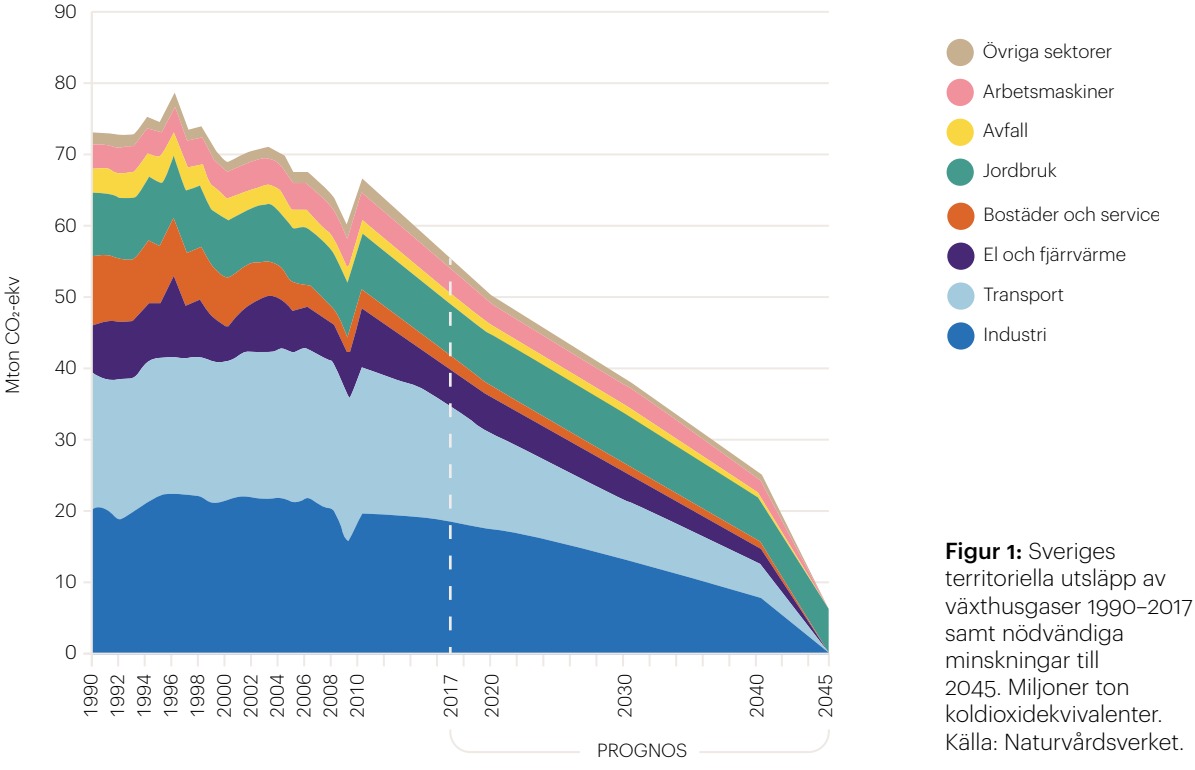
Arbetsgruppen har i sitt arbete observerat utmaningar som behöver lösas och förutsättningar som behöver skapas för att Sverige ska nå klimatmålen med bibehållen konkurrenskraft.

Arbetsgruppen är väl medveten om att ny kunskap, tekniksprång och förändrade marknadsförutsättningar i framtiden kan förändra förutsättningarna för de analyser och slutsatser som har presenterats.

Stockholm oktober 2019

Arbetsgruppen för jordbrukssystem

Ingrid Rydberg, KSLA (ordförande, projektledare)
Lennart Wikström, KSLA (skribent)
Ann Segerborg-Fick, KSLA
Jan Rundqvist, KSLA
Thomas Kätterer, SLU
Per Bodin, SJV (föräldraledig från 20 juni, 2019)
Jenny Jewert (skribent fram till 1 mars, 2019)



Figur 1: Sveriges territoriella utsläpp av växthusgaser 1990–2017 samt nödvändiga minskningar till 2045. Miljoner ton koldioxidekvivalenter. Källa: Naturvårdsverket.

Utgångspunkter

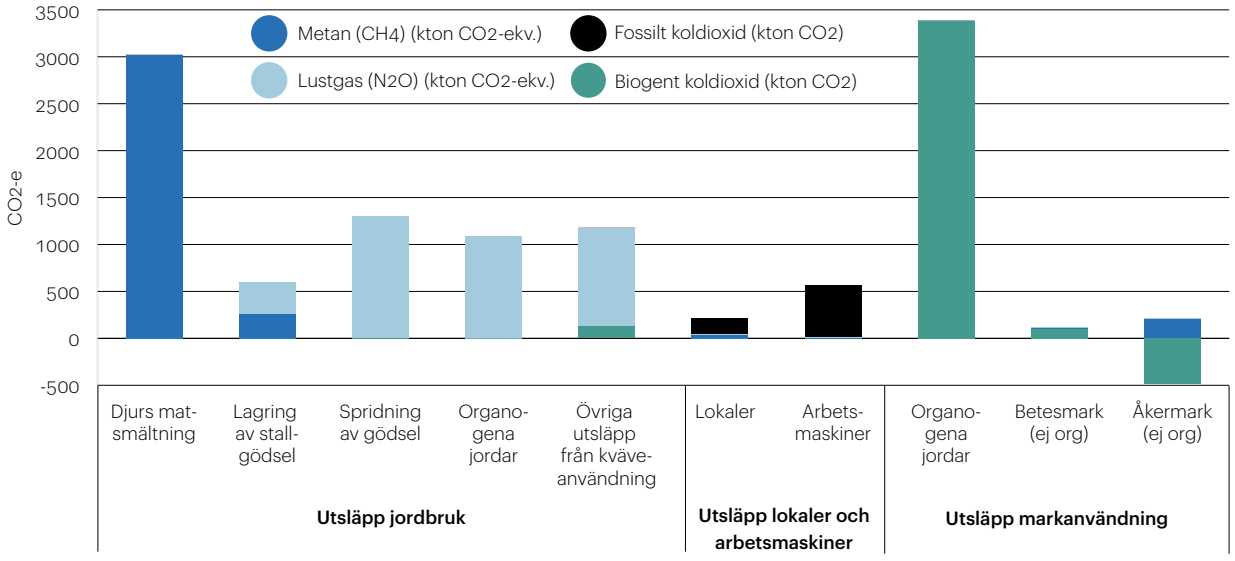
Sveriges riksdag har beslutat att Sverige inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären senast år 2045, för att därefter uppnå negativa utsläpp. Målet omfattar Sveriges territoriella utsläpp, alltså utsläpp och upptag inom landets gränser. Det är också så uppföljningen av målet kommer att utföras och det är dessa territoriella utsläpp Sverige rapporterar in till EU och FN.

KOMPLEXA SYSTEM

Konsumtion och produktion av livsmedel är komplexa system som kräver omfattande analyser för att utmynna i faktiska råd.

Den här rapporten har fokus på svenska territoriella utsläpp och inte på konsumentråd.

Figur 2: Jordbrukets utsläpp av växthusgaser, nuläge 2017.



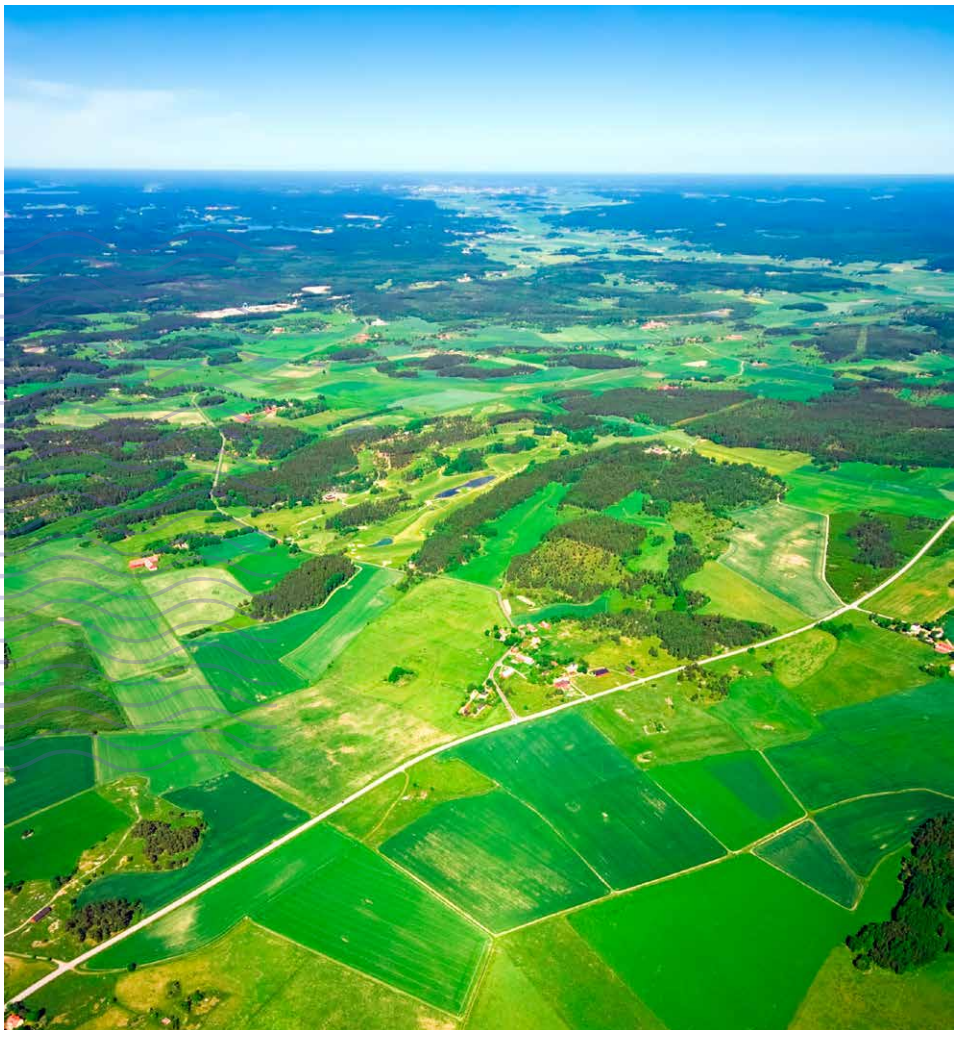
Jordbruket i klimatrapporteringen

Jordbrukets utsläpp av växthusgaser rapporteras till FN:s klimatkonvention under flera olika rubriker (se Figur 2): Sektorn jordbruk som innefattar djurproduktion och gödslad mark. Jordbrukets arbetsmaskiner och uppvärmning av lokaler rapporteras som en del av dessa för landet som helhet. I figuren redovisas jordbrukets del. Markanvändning (Land Use, Land Use Changes and Forestry, LULUCF) är ett separat beräkningssystem som inte ingår i de territoriella utsläppen.

Importerade insatsvaror, som mineralgödsel, soja och kalk, räknas inte in i territoriella utsläpp från svenskt jordbruk, eftersom de produceras i andra länder och belastar utsläppsstatistiken i exportlandet.

Både jordbruks- och rapporteringssystemen är komplexa. Det uppstår dessutom lätt förvirring, i den allmänna debatten, om vilka klimateffekter som går att uppnå genom ändrade konsumtionsvanor, och vilka åtgärder som är möjliga att göra inom produktionen.

Utgångspunkten i rapporten har varit de territoriella utsläppen, men att trots allt ge inblick även i närliggande utsläpp trots att de ligger utanför de svenska klimatmålen.



Observationer

»Global klimatnytta med mer svensk mat.«

Svenskt jordbruk har hög produktivitet och effektivt nyttjande av resurser

- Svenskt jordbruk har redan idag hög produktivitet jämfört med många andra länder och har många fördelar ur hållbarhetssynpunkt. Det finns potential att utan ökade utsläpp eller att ta nya arealer i anspråk förse landets invånare med tillräckligt med energi och näring även i ett längre tidsperspektiv. Idag producerar svensk växtodling ett normalår tillräckligt med energi och protein för cirka 26 miljoner människor på cirka 1 ,3 miljoner hektar (13 100 kvadratkilometer)

- Produktiviteten både inom växtodlingen och djurhållningen har historiskt sett ökat. I de referensscenarier som tas fram inom klimatrapporteringen antas att produktiviteten fortsätter att öka. En ökad produktivitet förutsätter dock fortsatt satsning på forskning och utveckling för en mer resurseffektiv produktion.

- En ökad produktivitet är ett av målen i den livsmedelsstrategi som antogs av Riksdagen 2017 och är en viktig åtgärd för en ökad lönsamhet inom alla produktionsgrenar. En ökad produktivitet kan dock innebära målkonflikter mot andra miljömål, till exempel djurvälfärd. En satsning på mer extensiva produktionssystem som tar större arealer i anspråk, minskar produktiviteten och klimatnyttan och gör det även svårare att uppnå andra miljömål.

Hög konkurrenskraft och politiskt stöd är avgörande för att öka klimatnyttan från svenskt jordbruk

- Svensk livsmedelsproduktion är av tradition orienterad mot hemmamarknaden, men verkar på en konkurrensutsatt global marknad. Det överskott som produceras exporteras främst som spannmål. Trots hög produktivitet brottas svenska lantbruksföretag generellt med svag lönsamhet, något som ökar sårbarheten och begränsar förmågan att ta till sig ny teknik och innovationer. Det finns dock stora skillnader mellan företag och omfattningen av produktivitetshöjning.

- Svenskt lantbruk kan på ett hållbart sätt öka produktionen av både livsmedel och bioenergi. För att realisera svensk jordbruks potential att ytterligare förbättra produktivitet och minska påverkan på klimatet krävs stärkt konkurrenskraft genom att:

  - fullfölja den nationella livsmedelsstrategin med tydligt politiskt mål som syftar till att underlätta investeringar och öka innovationstakten hos företag;
  - införa villkor och regler i paritet med konkurrentländerna;
  - vidta konkurrenskraftsstärkande åtgärder på skatteområdet;
  - införa långsiktiga styrmedel, utformade med hänsyn till jordbruksföretagens förutsättningar med ett stort antal få- eller enmansbolag och enskild firma som vanligaste organisationsform i kombination med en mycket kapitalkrävande verksamhet;
  - öka satsningar på forskning och utveckling;
  - öka satsningar på utbildning till livsmedelssystemet i allt från primärproduktion till processkunskap inom livsmedelsindustri;
  - effektivisera säljkedjan till konsument och offentlig upphandling;
  - öka resurser till att utveckla internationella marknader för svensk livsmedelsexport.

Svensk djurhållning är klimateffektiv i ett internationellt perspektiv

- Mer än hälften av det svenska jordbrukets utsläpp av växthusgaser är kopplade till animalieproduktionen. Men en stor del animaliska livsmedel importeras. Till exempel är drygt 40 procent av allt nötkött importerat, och knappt 60 procent av all ost.

- Svensk mjölk-, nötkötts- och äggproduktion har bland de lägsta klimatutsläppen inom EU samtidigt som utsläppen i Europa är lägre än det globala genomsnittet. Utsläppen från svensk gris- och kycklinguppfödning är något lägre än medeltalet för EU-27.

- Produktivitetsutveckling och åtgärder som foder-tillsatser och täckning av gödselbrunnar kan ge minskade utsläpp med 14 procent fram till 2050 med bibehållen produktionsnivå.

- Styrmedel riktade mot konsumtion av livsmedel bör utformas så att de inte ensidigt drabbar inhemsk produktion, eftersom det riskerar att slå ut den mest klimatvänliga produktionen och öka importen av mindre klimatvänlig mat. Att svensk köttkonsumtion bör minska innebär inte per automatik att svensk djurhållning ska minska. I första hand bör konsumtionen av de animalier som producerats med hög miljö- och klimatbelastning minska eller bytas ut mot sådana som ger tydliga hållbarhetsfördelar.

Global klimatnytta med mer svensk mat

- Klimateffektiviteten i svenskt jordbruk är hög i ett internationellt perspektiv. I enlighet med FN:s hållbarhetsmål, Agenda 2030, Parisavtalet, IPCC:s senaste rapport och vårt nationella generationsmål bör därför produktion av livsmedel från svenskt jordbruk öka och ta marknadsandelar från livsmedel som producerats på mer klimatbelastande sätt och importeras till svenska marknaden. Potential finns att exportera såväl livsmedel från produktion med lägre klimatpåverkan som kunskap om hur dessa livsmedel produceras.

- Svensk växtodling producerar biomassa med ett energiinnehåll motsvarande 53,4 TWh med en insats direkt och indirekt på 5,8 TWh (i både fossil och förnybar form). Varje insatt kWh i svensk växtodling ger alltså 9,2 kWh tillbaka.

Jordbruket kan lagra in mer kol i marken

- Svenskt jordbruk kan öka inlagringen av kol i marken genom att minimera tiden som marken ligger bar. Grön mark året om med hög produktion gynnar kolinlagringen. En bättre recirkulation av restprodukter från industrin och samhället kan också bidra. Mineraljordarna har varit en kolsänka under de senaste decennierna, främst på grund av en ökande andel vall i växtföljden. En rimlig uppskattning är att det går att öka kolinlagringen till en årlig inlagring på 1,2–1,5 miljoner ton CO2e (koldioxidekvivalenter) år 2045.

- Samtidigt minskar de stora utsläppen av koldioxid från dikade torvjordar främst genom att 25 procent av de organogena jordarna försvinner genom att halten organiskt material nått ner till samma nivå som i mineraljordar. Dessutom kan begränsade arealer återställs till våtmark.

Jordbruket kan producera mer bioenergi

- Svenskt jordbruk kan producera mer biomassa för energianvändning och drivmedelsproduktion. Idag bidrar det svenska jordbruket med biomassa motsvarande cirka 2,5–3 TWh. Potentialen har uppskattats att kunna öka till ytterligare 35–40 TWh per år till år 2050, men osäkerhetsintervallet är stort. För att denna potential ska realiseras måste det bli lönsamt för lantbrukaren att producera och sälja all denna biomassa. För att samtliga led i produktionskedjan av förnybart ska fungera krävs en

politik som lägger fast långsiktiga mål och spelregler även inom EU.

- Sverige har länge fört en politik som gynnar användningen av förnybara drivmedel och energislag, och användningen av biobaserade drivmedel per capita är den största inom EU. Merparten av råvaror och även färdiga produkter är dock i dagsläget importerade. För att en ökad användning av biobaserade drivmedel ska kunna mötas med inhemsk råvara behöver politiken läggas om så den mer kraftfullt främjar odling av förnybar råvara och investeringar i produktion av förnybara bränslen.

Svenskt jordbruk kan bli fossilfritt

- De största fossila utsläppen inom jordbruket är dieselanvändningen för traktorer och andra arbetsmaskiner (0,6 miljoner ton CO2e) samt energianvändningen i jordbrukets lokaler (0,2 miljoner ton CO2e). I princip skulle det vara ganska enkelt för jordbruket att bli fossilfritt om rätt incitament och styrmedel införs.

- För att förse svenska lantbrukare med fossilfria drivmedel från biobaserade råvaror skulle det behövas mellan 2,4 och 3,6 TWh per år, omräknat till odlad areal skulle någonstans mellan 100 000 och 330 000 hektar åkermark behöva tas i anspråk. För att det ska bli mer lönsamt att använda mer klimatvänliga drivmedel (i dagsläget upp till 25 procent dyrare) till lantbrukets maskiner behöver koldioxidskatt, återbetalningen av dieselskatten och energiskatterna på förnybart och fossila bränslen justeras utan att det negativt påverkar svenskt jordbruks konkurrenskraft.

- Energianvändningen i jordbrukets lokaler skulle kunna väsentligt reduceras genom en omställning till bioenergi och grön el. En utmaning är att ställa om spannmålstorkning till förnybart, eftersom de kräver stora effekter under kort tid. Alternativen är få och med rådande oljepriser är det inte alltid lönsamt att byta mot förnybara bränslen. Fram till år 2045 bedöms det dock som möjligt att fullt ut ersätta dagens användning av fossila bränslen.

- Förutom förnybara bränslen och drivmedel kommer övergången att gynnas av effektivare energianvändning och elektrifiering.

Använd EU:s gemensamma jordbruks-politik som ett klimatpolitiskt verktyg

- Redan idag finns en rad stöd inom Landsbygds-programmet som syftar till att minska växthusgas-utsläppen, direkt eller indirekt. Sverige bör verka för att ytterligare utnyttja EU:s gemensamma jordbrukspolitik CAP (Common Agricultural Policy) för att styra jordbruket i en hållbar riktning. Det kan till exempel handla om att höja nivåerna för vissa miljöstöd eller genom bättre styrning av tillgängliga medel vilket gör det möjligt att maximera klimatnyttan.

- Landsbygdsprogrammet är ett viktigt ekonomiskt instrument men arbetet med detta stöd måste samordnas med andra befintliga eller kommande stöd som ligger inom andra program och även samverka med initiativ från branscherna inom jordbrukssektorn.

Därför behöver vi jordbruk

»... en begränsad del av all jordens biomassa kan utnyttjas som drivmedel (mat) för människor ...«

Övergången från jägar- och samlarsamhället till jordbrukarsamhället beskrivs ofta som problematisk med förlorad livskvalitet (1). Men när människan lärde sig att välja ut och samla in utsäde för att själv odla grödor skapades en så kraftigt ökad potential i förbättrad försörjningsförmåga att den samhällsförändringen inte gick att stoppa. Från att det på våra breddgrader krävdes upp till tusen hektar (tio kvadratkilometer) för att försörja en vuxen räckte det med några tusen kvadratmeter (2). Idag producerar svensk växtodling ett normalår tillräckligt med energi och protein för cirka 26 miljoner människor på cirka 1,3 miljoner hektar (13 100 kvadratkilometer) (3). Varje hektar klarar alltså av att förse 20 människor med tillräcklig energi och protein, en förbättring med en faktor 2 000 jämfört med tiden före jordbrukets införande. Idag används merparten av denna produktion till djurfoder. Överskottet exporteras huvudsakligen som spannmål.

Den grundläggande drivkraften i detta system är fotosyntesen. I växternas celler fångar ett avancerat enzymsystem upp energin i solljuset och använder det till att binda luftens koldioxid och frige syre från spjälkning av vatten. Syrgasen släpps ut till atmosfären medan kolet binds tillsammans med vatten för att bilda först enkla kolföreningar med tre eller fyra kolatomer och sedan sockermolekylen glukos. Denna enkla molekyl är sedan byggsten för all annan syntes i växten.

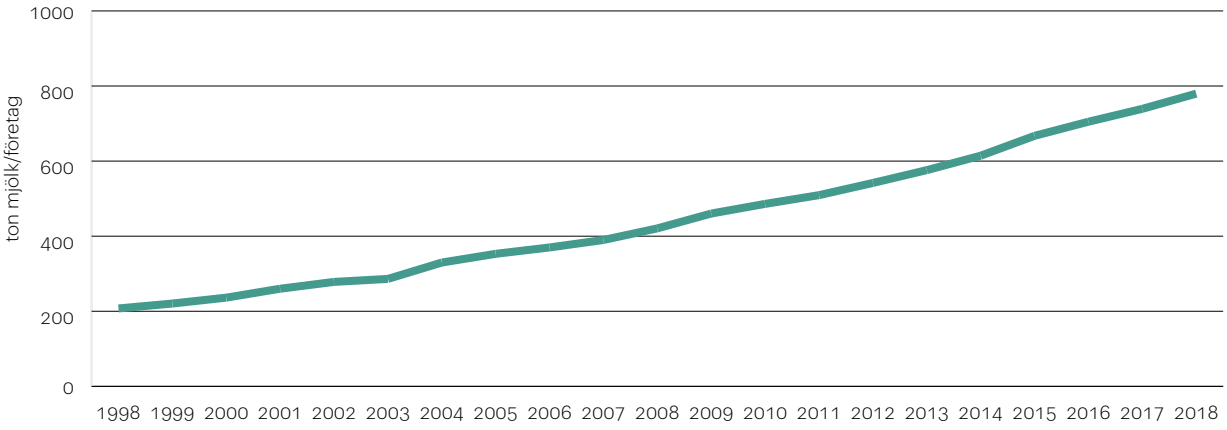
För att kunna bilda mer komplexa molekyler som stärkelse, cellulosa, protein och fett behöver växterna också makronäringsämnen som kväve, fosfor, kalium och svavel, och mikronäringsämnen, främst en rad metalljoner som mangan, koppar, zink med flera. I de flesta jordar förekommer dessa ämnen, men sällan i tillräckliga mängder för att ge de skördar som krävs. Genom att i form av organiska och mineraliska gödselmedel tillföra växtnäring i de proportioner växterna behöver gynnar lantbrukaren plantans fortsatta tillväxt och på så sätt uppnås de höga skördenivåer vi har i dag.

I växtodlingen försöker lantbrukaren också efterlikna unga och högproduktiva ekosystem genom att odla endast en eller ett fåtal grödor samtidigt. Det är ett sätt att maximera avkastningen av den önskade grödan, samtidigt som det gör grödan känslig för skadegörare i form av svampar och insekter. Dessutom måste grödan konkurrera med andra växter (ogräs) om solljuset och växtnäringen på åkern. Därför använder sig lantbrukaren av en rad olika åtgärder för att förbygga och minska effekterna av skadegörarna och konkurrenterna, bland annat växtföljd, resistenta sorter och mekanisk och kemisk bekämpning.

Den mesta bioenergin som binds via fotosyntes kan inte brytas ner till energi (fungera som mat) av människokroppen. Vårt matsmältningssystem kan inte bryta ner exempelvis gräs eller trä, utan kan bara nyttja vissa former som mat. Ett viktigt syfte med jordbruk är att producera den energimängd som varje människokropp behöver (cirka 2 000 kcal om dagen). Utöver själva energiintaget så tillförs kroppen via maten även annan form av näring, allt från protein till vitaminer och mineraler.

Eftersom infångad solenergi är en så grundläggande nyttighet som jordbruket ger oss så skulle jordbruket ur ett klimatgasperspektiv egentligen kunna ingå som en del av energisektorn, under begreppet bioenergi, men jordbruk betraktas som en egen sektor inom FN:s- klimatrapporteringen. Livsmedel är också en energiform som särskilt

Figur 3: Produktivitetsutvecklingen i mjölkproduktionen 1998–2018, ton mjölk/företag. Källa: Jordbruksverket.



omnämns av FN:s klimatkonvention och det svenska miljömålet för klimat, där man tydligt uttalar att livsmedelsproduktionen och biologisk mångfald måste säkerställas.

Historiskt har jordbruk varit en central verksamhet för alla nationer. I takt med att ekonomier utvecklats och diversifierats har jordbrukets andel av BNP krympt. Men energiförsörjning till själva människokroppen är basal även för "moderna" samhällen. Så även om mat rent teoretiskt borde kunna ersättas av att vi alla tankade en väl avvägd näringssoppa måste också denna näring framställas på något sätt och än så länge saknas storskaliga och effektiva alternativ till jordbruk. Dessutom har mat också en viktig social och kulturell funktion. Det är alltså inte sannolikt att vi inom det tidsspann den här rapporten spänner över skulle närma oss ett "post-agriculture"-samhälle.

Jordbrukets struktur

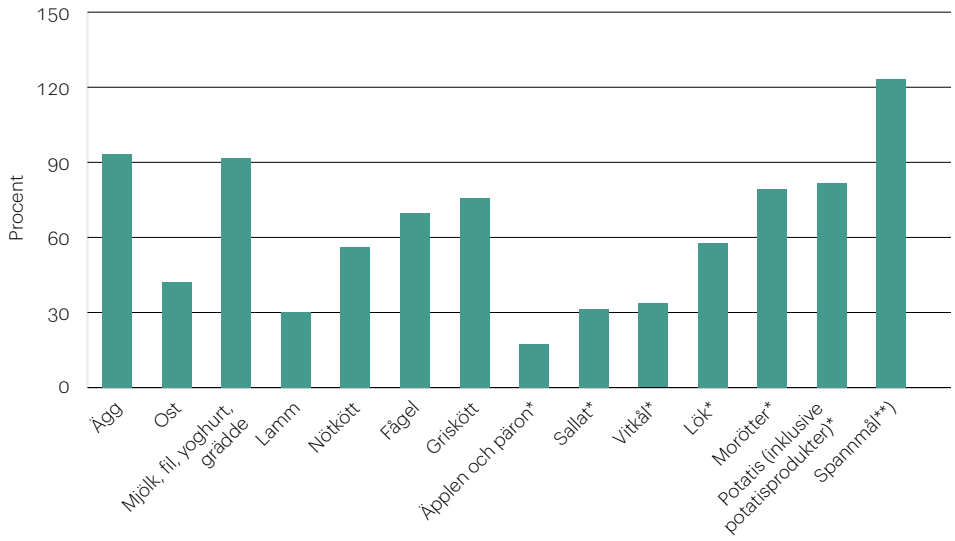
Svenskt jordbruk genomgår en fortlöpande strukturomvandling. Mest tydlig är den inom mjölkproduktionen där pressad lönsamhet och produktivitetsutveckling minskat antalet mjölkföretag från 15 788 år 1997 till 3 351 företag 2019. Antalet mjölkkor har under samma period minskat från 468 000 till 313 000 djur. Företagen har blivit färre och större samtidigt som produktionen legat på en relativt stabil nivå (Figur 3). Import av nötkött och ost har ökat starkt under tidsperioden.

Växtodlingen har genomgått en liknande utveckling med allt färre och större företag. En stor del av åkermarken, 70 procent, brukas som helt eller delvis arrenderad eller i någon form av gemensamt brukande. Det totala arbetsbehovet i jordbruket minskade med närmare 30 procent mellan 1997 och 2016 (4).

Sammanslagning av fastigheter till större enheter har inte alltid skett utifrån den mest lämpliga arronderingen, utan varit beroende av vilka fastigheter eller delar av fastigheter som varit ute till försäljning. Det har lett till en ofta splittrad struktur som i projektform aktualiserat ett nytt frivilligt "laga skifte" med möjlighet till markbyten i syfte att samla fastigheter med samma brukare till en mer enhetlig ägobild. Detta skulle avsevärt minska logistikkostnader och även minska klimatpåverkan.

Livsmedelsförsörjning

Sverige skulle alltså med god marginal kunna vara självförsörjande på livsmedel, i alla fall vad avser energi och



Figur 4: Självförsörjningsgrad 2018 i procent för några livsmedelskategorier. För spannmål används femårsmedelskörd 2014–2018. Källa: Jordbruksverket.

* Netto med hänsyn till svinn.
** För spannmål anges femårsmedel 2014–2018.

protein (3). Men samtidigt konstateras att en stor andel av de livsmedel som konsumeras importeras, vilket även gäller sådana produkter som skulle kunna produceras i landet. Det föreligger alltså en dålig matchning mellan det svenska jordbrukets produktion av livsmedelsråvaror och efterfrågan i livsmedelssystemet, en dysfunktion som det ligger utanför den här rapporten att närmare analysera. Låg lönsamhet i primärproduktionen är dock en viktig del av förklaringen.

Inom de grundläggande kategorierna har vi en hög grad av självförsörjning med undantag för ost och nötkött. Det finns också en stor potential att öka inhemsk produktion av frukt och grönt (Figur 4). Den försörjningsgrad som anges avser ett normalår.

Koppling till förädlingsindustri

Syftet med den här rapporten är att spegla jordbrukets klimatgasutsläpp för det som produceras på gården (primärproduktionen) såsom det beräknas inom klimatrapporteringen. Men det finns en nära integration mellan primärproduktion och jordbruksprodukternas vidareförädling i livsmedelsindustrin. Detta beror på att de flesta livsmedelsråvaror har ett relativt lågt värde per producerad enhet och att det därmed är väsentligt billigare att transportera förädlade produkter än råvaror. Ett näraliggande exempel är när ägarna till Findus i Bjuv valde att flytta sin förädling, något som också ledde till att odlingen av företagets råvaror flyttade. Sett över längre tidsperioder tenderar alltså livsmedelsindustrier att lokaliseras nära sin råvarubas. Undantag finns, exempelvis mejerier för konsumtionsmjölk, som av logistikskäl ofta lokaliseras till befolkningstäta områden.

För svenskt vidkommande innebär detta att i sektorer där vi har en hög grad av självförsörjning har vi också en större industriell sektor. Som exempel kan nämnas spannmålsindustrin som både är omfattande och diversifierad. På mejerisidan är försörjningsgraden hög vad avser färskvaror, medan exempelvis mer än hälften av osten och en stor del av laktosfria produkter importeras.

Frågan om kritisk massa i produktionen gäller även insatsmedel, främst foder. En stor andel av det foder som tillverkas i landet går till produktion av mjölk och nötkött. En ytterligare minskad inhemsk produktion av mjölk och kött riskerar att leda till nedläggning av anläggningar. Detta skulle i sin tur leda till längre frakter och ökade kostnader för lantbruket.

Enkel energibalans för jordbruket

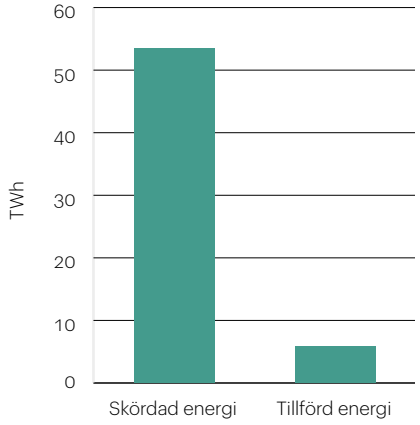
Svenska åkrar producerar biomassa inklusive vall med ett energiinnehåll på 53,4 TWh. I odlingen inklusive torkning används 5,8 TWh direkt och indirekt i form av drivmedel, mineralgödsel, el med mera. Det innebär en energikvot på 9,2 (varje kWh som sätts in i växtodlingsdelen ger 9,2 kWh tillbaka) något som är unikt för jordbruket (3, 8, 10) (Figur 5).

Jordbruksverket har uppskattat utsläppen från produktionen av mineralgödsel som används i svenskt jordbruk till 0,8 miljoner ton CO2e. Idag pågår flera industriella forskningsprojekt för att kunna producera kvävegödselmedel baserat på förnybara energikällor. En förutsättning för att dessa ska kommersialiseras i större skala avgörs av lantbrukets betalningsförmåga. Styrmedel som innebär krav på gödselmedel framställda med bästa tillgängliga teknik (Best Available Technology, BAT) kommer att medföra ökade kostnader. De utsläpp av växthusgaser som hänförs till den produktionen ingår inte i beräkningarna av det svenska jordbrukets utsläpp, och ingår därmed inte heller i jordbrukets åtagande för 2045.

Det bör framhållas att det bara är en begränsad del av all jordens biomassa som kan nyttjas som ”drivmedel” (mat) för människokroppen, vilket är huvudsyftet med jordbruk, och det är just den kvaliteten som gör jordbruket till ett samhällsintresse. Många jordbruksprodukter används även som biobränslen och för framställning av drivmedel, men merparten används direkt eller indirekt via animalieproduktionen till livsmedelsproduktion. Därutöver finns en potential för produktion av biobaserade råvaror från jordbruket. Denna uppskattas enligt Pål Börjesson, Lunds universitet, till 35 000–40 000 GWh år 2050 beroende på årsmån, styrmedel och teknisk utveckling (8). Hur stor del av detta som kan bli tillgängligt regleras av EU:s förnyelsedirektiv (se avsnittet om tillgänglig biomassa i kapitlet om åtgärder för att minska jordbrukets klimatpåverkan, sid 38) och iLUC (indirect Land Use Change). Sådana indirekta effekter uppkommer exempelvis när produktion av biodrivmedel tränger undan livsmedelsproduktion, vilket i sin tur leder till att ny mark tas i anspråk och därmed leder till ökade utsläpp av klimatgaser.

Inverkan av dieter

Denna rapport har avgränsats till att omfatta det som ingår i sektorn jordbruk, lokaler och arbetsmaskiner och LULUCF i det svenska åtagandet om nettonollutsläpp. Där inkluderas endast produktionen och inte konsumtionen av livsmedel. Att mer utförligt ta upp konsumtion och råd kring detta skulle innebära att behöva skifta över från territoriella utsläpp till LCA-fokus (se sid 25). Men det finns ändå anledning att kort nämna något om konsumenters val av livsmedel, eftersom det har bäring på både klimatpåverkan och försörjningsgrad.



Verkningsgraden i svensk växtodling: 9,2

Figur 5: Energiinnehåll i växtbiomassa från svenskt jordbruk, exklusive halm och skörderester och tillförd energi.

Ur ett internationellt perspektiv och även jämfört med några av våra nordiska grannländer konsumerar vi mycket kött per capita och år. Både ur hälso- och miljösynpunkt skulle en minskad köttkonsumtion vara bra och medföra minskade globala utsläpp av växthusgaser. Inte minst skulle detta gälla om vi minskade konsumtionen av importerat kött då svensk köttproduktion i jämförelse med andra länder har låga utsläpp av växthusgaser per producerad enhet. Eftersom klimatgasutsläppen hänförs till det producerande landet kan vi konsumera importerat kött utan att det registreras av svensk utsläppsstatistik. En krympt svensk produktion skulle däremot ge avtryck i de nationella beräkningarna, då mer än hälften av det svenska jordbrukets utsläpp av växthusgaser är kopplade till animalieproduktionen (9). En minskad svensk köttproduktion skulle dock påverka jordbrukets ekonomi negativt och sannolikt leda till ökad nedläggning av jordbruksmark i de delar av landet där jordbruket gör störst nytta både för biologisk mångfald och regional infrastruktur. En mycket tydlig målkonflikt uppstår därmed.

Vilken effekt en minskad svensk produktion skulle ha på landets försörjningsgrad är svårt att bedöma eftersom en stor del av de köttersättningsprodukter och vegetariska livsmedel, som då skulle öka, idag är importerade. Samtidigt finns en svensk outnyttjad potential för odling av baljväxter och utvinning av högvärdigt protein ur oljeväxter och vall.

Livsmedelsberedskap

Livsmedelsberedskap är ett sammansatt politikområde som förenar säkerhets-, jordbruks- och miljöpolitik. Sverige har idag ett stort beroende av import av bland annat råvaror och insatsvaror för produktionen av livsmedel. Livsmedelskedjan kan genom sin komplexitet lätt störas eller slås ut och därmed orsaka avbrott i flödet av livsmedel.

Vid början av 1990-talet avvecklades den svenska politiken för livsmedelsberedskap. År 2015 beslutades dock en ny inriktning. Försvarsberedningen konstaterar att utformningen av det civila försvaret kräver en inkludering av livsmedelsproduktionen för att säkerställa befolkningens behov av mat (6).

Sverige har idag ingen nationell lagring av livsmedel i statens ägo. Försvarsberedningen konstaterar att det finns behov av att lagra vissa strategiska varor i omsättningslager, särskilt

sådana varor som inte kan säkras genom leveranser från utländska leverantörer eller som inte kan produceras inom landet. För att säkerställa att varor och förnödenheter snabbt och säkert kan nå ut till befolkningen behöver distributionen säkras. Nuvarande lagstiftning är inte helt anpassad för att säkerställa att vissa kritiska varor finns att tillgå vid krigsfara eller kris. Försvarsberedningen föreslår att regleringen inom detta område ses över för att tydliggöra både statens och privata aktörers ansvar och roll i livsmedelsförsörjningen.

Jordbruk är beroende av regelbundna transporter inte bara av råvaror eller färdiga produkter ut från gården utan också av insatsmedel in till gården som drivmedel, gödselmedel, växtskyddsmedel, utsäde och foder. Det skulle krävas mellan 100 000 och 330 000 hektar åkermark, beroende vilken gröda som används, för att jordbruket skulle kunna vara självförsörjande på biobränsle. Detta motsvarar 4 respektive 12 procent av den totala åkerarealen i Sverige. Det är dock viktigt att påpeka att produktionen av dessa produkter inte i sin helhet ska räknas till drivmedelsproduktion eftersom en viss andel används till foder- eller gödselproduktion. Siffran innebär alltså en överskattning av det verkliga arealbehovet (7).

Transporter behandlas av ett eget delprojekt och är inte ett specifikt problem för just jordbruket.

Idag brukas 19 procent av jordbruksmarken (åker+bete) enligt EU:s regelverk för ekologiska odling. Redan idag används all tillgänglig stallgödsel och en stor andel av övriga organiska sidoströmmar från livsmedelsindustrin i växtodlingen. Utöver det sker också en import av organiska gödselmedel. För att bibehålla de avkastningsnivåer som den ekologiska odlingen ligger på idag skulle svensk växtodling, vid ökad ekologiskt odlad areal eller en övergång helt till ekologisk odling, öka sitt beroende av importerad växtnäring.

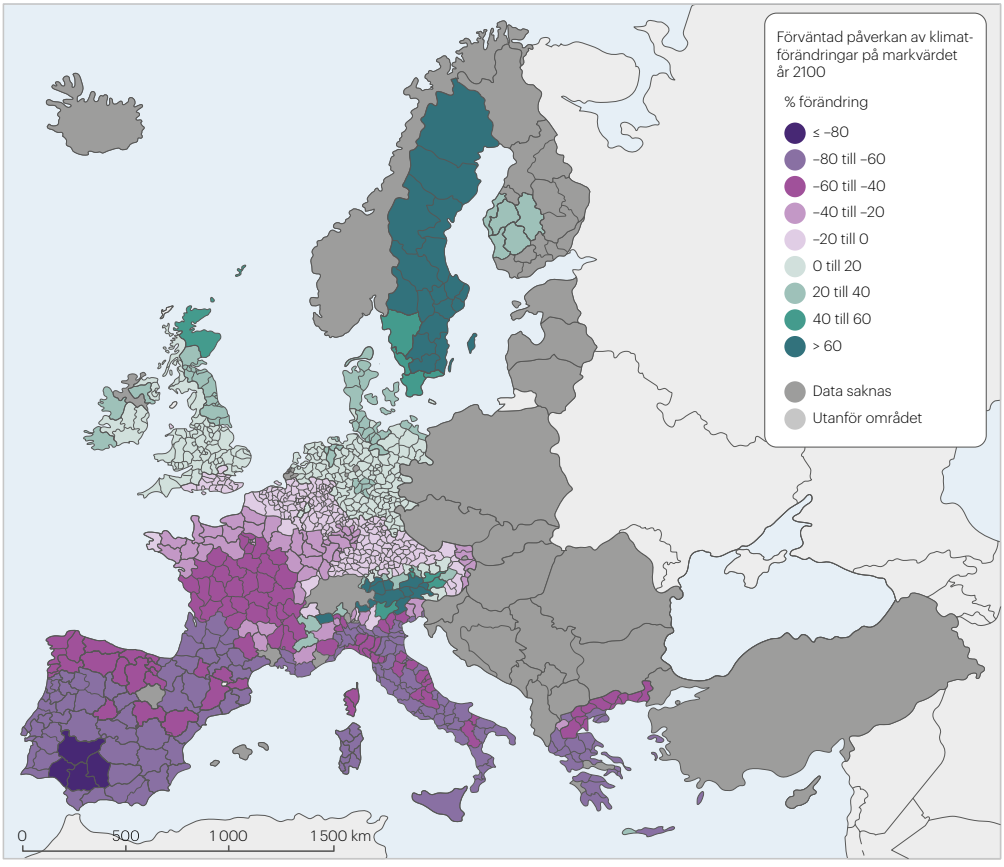
Klimateffekter

Utöver händelse av kris och avspärrning kan även den ökade osäkerhet kring extremväder som orsakas av den globala uppvärmningen föranleda krav på ökad livsmedelsberedskap. Den torra och varma sommaren 2018 kan ses som ett exempel på den beredskap som kan krävas. Spannmålsskörden blev bara motsvarande 57 procent av genomsnittsskörden för de föregående fem åren (4, 11). Det motsvarade cirka 70 procent av konsumtionen, vilket fick till följd en relativt omfattande import av främst fodersäd. Vallskörden blev två tredjedelar av femårsmedel vilket ledde till foderbrist på många gårdar och en ökad utslaktning av djur.

Ur ett globalt perspektiv beräknas en stor andel av den areal som idag används till livsmedelsproduktion att tappa eller helt förlora sin livsmedelsproducerande förmåga bland annat på grund av klimatförändringar, försaltning och erosion. Sverige har tillgång till den viktigaste produktionsinsatsen vid livsmedelsproduktion i form av åker- och betesmark samt vatten. Men i stora delar av Sverige är det av främst klimatskäl (kort odlingssäsong) bara möjligt att odla vallfoder och spannmål till foder, alltså djurfoder. Produktionen i dessa områden domineras av mjölk- och köttproduktion som omvandlar för människan mindre tillgängliga grödor till högvärdiga livsmedel (gräs blir lagringsbara livsmedel som kött och ost) (3). Men trots goda förutsättningar för mjölk- och köttproduktion ligger självförsörjningen på mjölk och mjölkprodukter bara på cirka 74 procent (varav ost drygt 40 procent) och nötkött på 54 procent (se ovan).

Svenskt jordbruk står sig väl

»Denna positiva utveckling till trots minskar den totala produktionen på grund av ett högt kostnadsläge jämfört med omvärlden.«



Figur 6: Beräkning av förändrade markvärden i Europa fram till år 2100 orsakade av klimatförändringarna. Källa: EEA Europeiska Miljöbyrån.

I en biobaserad ekonomi ska fossila råvaror ersättas med förnybara, och svenskt jordbruk har goda förutsättningar att öka produktionen både av hållbar mat och förnybara råvaror till samhällets övriga sektorer.

I OECD:s senaste utvärdering, konstateras att klimat- och miljöpåverkan från svenskt jordbruk har minskat, samtidigt som produktiviteten ökat (12). I de svenska räkenskaperna har jordbrukets utsläpp av växthusgaser minskat med 14 procent sedan 1990. Genom fortsatt hållbar intensifiering kan jordbruket möta samhällets ökade behov av mat och biomassa utan att miljömålen ytterligare äventyras.

Goda naturgivna förutsättningar och hög produktivitet

Svenskt jordbruk har goda naturgivna förutsättningar i form av unga, bördiga jordar och god tillgång på vatten. Det nordiska klimatet med kyliga vintrar ger ett lägre tryck av olika skadegörare, som insekter och svampar. Framförallt i slättbygderna håller åkermarken mycket hög kvalitet, och i jämförelse med länder i södra Europa är vattentillgången god. Figur 6 visar förväntade markpriser i Europa 2100 och illustrerar också framtida utmaningar orsakade av klimatförändringar och därav försämrade odlingsförutsättningar i södra Europa. Odlingsförhållandena skiljer sig mycket åt

UTSLÄPP FRÅN IMPORTERADE INSATSVAROR INGÅR INTE I SVERIGES TERRITORIELLA UTSLÄPP

En relativt stor del av den svenska livsmedelsproduktionens klimatpåverkan kommer från importerade insatsvaror och foder. Dessa utsläpp bokförs i det land där produktionen sker. Om man vill beräkna utsläppen från svensk livsmedelskonsumtion bör dock dessa utsläpp inkluderas. Likaså ska dessa utsläpp ingå om man vill jämföra utsläppen från olika svenska eller utländska produktionssystem, t.ex. om man vill jämföra utsläppen per kg nötkött producerat i Sverige, inom EU eller Brasilien.

inom Sverige, med nästan 100 dagar längre växtodlingssäsong i Skåne än i norra Norrland. Det påverkar vilken typ av produktion som är fördelaktigt att bedriva. I en SWOT-analys utförd av Jordbruksverket påpekas emellertid att markens bördighet och produktionsförmåga (mullhalt, markpackning, pH och markavvattning) med några undantag är tillfredsställande i hela landet (13).

Likaså i Livsmedelsstrategin (se sid 26) konstateras att Sveriges förutsättningar i form av naturgivna resurser innebär goda möjligheter för en hållbar produktion som kan möta både den nationella och den globala ökande efterfrågan på livsmedel.

Många produktionsinriktningar inom svenskt lantbruk har en hög produktivitet jämfört med länder i vår omgivning. Detta beror bland annat på att svenska jordbrukare har en god utbildningsnivå inom jordbruk på både gymnasial och eftergymnasial nivå. Ett utbyggt rådgivningssystem för jordbruksföretagare bidrar också till en god kunskapsnivå i sektorn. Den strukturomvandling till större företag som skett under lång tid har också bidragit till jordbrukets produktivitetstillväxt (13).

Svenskt jordbruk har goda klimatprestanda

Svenskt jordbruk producerar livsmedel med en relativt låg belastning på klimatet. Svensk mjölkproduktion har till exempel hela 44 procent lägre klimatutsläpp än det globala genomsnittet (14). Utsläppen från svensk produktion av gris- och kycklingkött är något lägre än medeltalet för EU-27. Vad gäller nötkött och ägg är Sverige bäst i klassen inom EU, och svenska mjölkföretag är näst bäst inom EU på att leverera mjölk med låg klimatpåverkan (15). Till detta kommer att animalieproduktionens utsläpp inom EU är lägre än det globala genomsnittet (16).

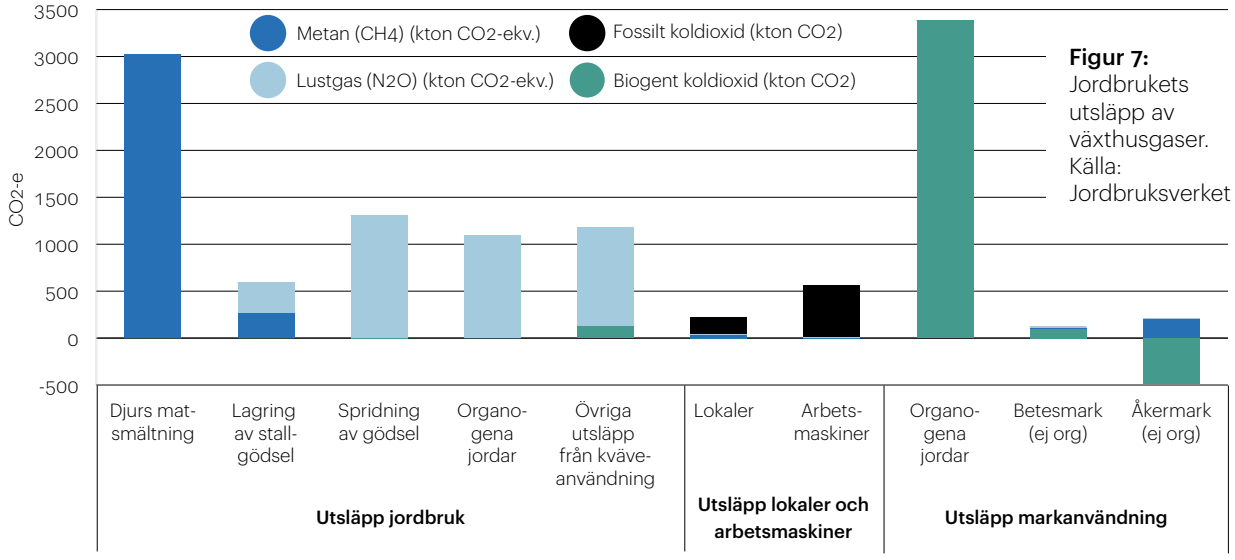
Svensk växtodling kännetecknas av hög produktivitet i form av hög avkastning per hektar och per tillfört kg växtnäring (främst kväve). Det finns också en potential att höja både avkastning och totalskördar utan att ny mark behöver tas i bruk (det vill säga avskogas), vilket är den främsta klimatpåverkan som svensk livsmedelskonsumtion orsakar utomlands (17). Preliminära data från ett forskningsprojekt som syftar till att minska gapet mellan faktisk och potentiell skörd i höstvete visar att normalskörden av vete i försöken ligger nästan i nivå med eller cirka 10 procent under den potentiellt högsta skörden. Detta är högt eller till och med mycket högt i en internationell jämförelse (18).

Svensk animalieproduktion hävdar sig också väl när det gäller produktivitet, möjligen med undantag för lammproduktionen. Avkastningen per mjölkko har ökat med 18 procent under de senaste 20 åren och antalet slaktade grisar per sugga med 38 procent. Denna positiva utveckling till trots minskar den totala produktionen på grund av ett högt kostnadsläge jämfört med omvärlden (4).

När det gäller produktion av frukt och grönt är svenska odlare enbart konkurrenskraftiga inom ett fåtal kulturer som exempelvis morötter, potatis och vissa sorters kål. Det är också inom dessa kategorier som andelen svenskodlat är hög. Samtidigt har stigande priser på importerade grönsaker gjort det intressant att etablera produktion inom landet. Detta gäller exempelvis tomater i växthus och svensk fruktodling som tack vare en framgångsrik dryckesindustri ökat arealen med nyplantering. Produktionsvärdet i den svenska trädgårdssektorn har i nominella värden ökat med 83 procent på 20 år och låg 2018 på 5,8 miljarder kr. Samtidigt har produktionen genomgått en radikal omstrukturering med satsning på biobränslen, ökad energieffektivitet, odling i tunnel och ny bevattnings- och gödslingsteknik vilket i kombination med kraftigt ökad produktivitet också minskat klimatpåverkan per producerad enhet (4, 19).

Jordbruket i klimatrapporteringen

Jordbrukets utsläpp av växthusgaser rapporteras till FN:s klimatkonvention under flera olika rubriker (se Figur 7): Sektorn jordbruk som innefattar djurproduktion och gödslad mark. Jordbrukets arbetsmaskiner och uppvärmning av lokaler rapporteras som en del av dessa för landet som helhet. I figuren redovisas jordbrukets del. Markanvändning (Land Use, Land Use Changes and Forestry, LULUCF) är ett separat beräkningssystem som inte ingår i de territoriella utsläppen. Importerade insatsvaror, som mineralgödsel, soja och kalk, räknas inte heller in i Sveriges territoriella



Figur 7: Jordbrukets utsläpp av växthusgaser. Källa: Jordbruksverket

VISSA UTSLÄPP FRÅN BIOLOGISKA PROCESSER MÅSTE TOLERERAS

En stor del av jordbrukets växthusgasutsläpp är knutna till biologiska (biogena) processer, som sker spritt i landskapet över stora ytor. Dessa små, spridda utsläpp är ofta svåra att åtgärda och mäta (se bilaga 1). Till skillnad från många industriella processer drivs de biologiska processerna redan med förnybar energi (solen) och kan därför inte ställas om till fossilfritt. Korna äter gräs och andas ut metan, lustgas avgår när kväve från gödsel omsätts i marken. Dikade torvmarker (organogena jordar) avger koldioxid oavsett om bonden brukar dem som åker eller lämnar dem att växa igen. Till viss del är de diffusa biogena utsläppen åtgärdbara. Jordbruksverket har uppskattat att det fram till år 2050 går att minska dessa utsläpp inom sektorn med 14 procent, varav sex procent genom riktade åtgärder och åtta procent genom ökad effektivisering och produktivitet (20).

Men det går inte att bedriva odling och djurhållning utan att det sker utsläpp. Eftersom jordbruk är den verksamhet som förser oss med mat, och denna mat kommer att behöva produceras, så kommer en växande andel av de antropogena klimatutsläppen att komma från jordbruket, när övriga sektorer minskar sina utsläpp. Övriga sektorer – som transporter och industri – kan ställa om från fossilt till förnybart. Sektorn jordbruk däremot kan bara minska sin biogena klimatpåverkan genom att använda bästa tillgängliga teknik och kunskap (BAT). Vissa utsläpp av lustgas, metan och koldioxid från jordbruket kommer att finnas kvar. Däremot kan jordbruket bidra genom negativa utsläpp, exempelvis ökad kolinlagring. En minskad djurhållning skulle också minska utsläppen av växthusgaser, men så länge konsumenterna efterfrågar animaliska livsmedel blir de globala klimateffekterna mindre om dessa produceras i Sverige.

utsläpp, eftersom de produceras i andra länder och belastar utsläppsstatistiken i exportlandet. De utsläppen uppskattas till 2,4 miljoner ton.

Sektorn jordbruk domineras av metan från idisslare (3,0 miljoner ton) samt lustgas från mulljordar och gödslade jordar (3,6 miljoner ton). Därutöver tillkommer utsläpp från lagring av stallgödsel (0,6 miljoner ton). Jordbrukssektorns utsläpp uppgick år 2017 till sammanlagt 7,2 miljoner ton CO2e. I beräkningarna av effekten av metangasutsläppen används ett 100-årsperspektiv enligt beräkningen GWP-100 (se bilaga 1).

Utsläpp inom sektorn arbetsmaskiner som kan hänföras till jordbrukets verksamhet (traktorer mm) var samma år 0,6 miljoner ton och för lokaler 0,2 miljoner ton. Inom sektorn markanvändning (LULUCF) utgör nettoutsläppen från jordbruk 3,5 miljoner ton. Inom den sektorn redovisas jordbrukets kolinlagring (negativa utsläpp) genom ökad mullhalt i åkerjorden (-0,3 miljoner ton), samt utsläpp av koldioxid från i huvudsak åker på dikad torvmark (3,4 miljoner ton). Till detta kommer utsläpp från permanenta betesmarker (0,1 miljoner ton).

Vägen framåt – hållbar intensifiering

Merparten av jordbrukets växthusgasutsläpp är svåra att reducera utan att upphöra med produktion. Detta gäller framför allt utsläppen av lustgas och metan från växtodling och djurhållning, samt de stora utsläppen av koldioxid och lustgas som sker i samband med odling av dikade torvmarker. Därför är det särskilt viktigt att använda markresurser och insatsmedel (exempelvis foder, gödsel, kalk och drivmedel) på ett så effektivt sätt som möjligt. Resurseffektivitet är lika med klimateffektivitet. Att utforma produktionssystemen så att de ger högre produktivitet utan att påverka miljö och klimat negativt brukar kallas hållbar intensifiering. Detta gäller oberoende av om produktionen är integrerad eller ekologisk.

Med ny teknik i form av digitala beslutsstödsystem, sensorer och analysdata för precisionsodling kan åtgärder bättre anpassas till odlingsplatsens specifika förutsättningar. Därmed kan sådd av utsäde, tillförsel av mineralgödsel och insatta bekämpningsåtgärder optimeras. För att odlingen ska fortsätta att fungera effektivt i ett ändrat klimat krävs fortsatt produktionsinriktad forskning och intensifierade satsningar inom växtförädling för att ta fram nya härdiga och produktiva sorter. Genom att producera livsmedel och bioenergi på ett så resurseffektivt sätt som möjligt kan svenskt jordbruk bidra till att Sverige når klimatmålen. Låga utsläpp per producerad enhet bör eftersträvas så långt möjligt. Då får avkastningen per ytenhet en stor betydelse. Här skiljer sig ekologiskt och konventionellt jordbruk stort (Tabell 1).

Skördenivåerna för ekologisk odling hämmas mycket av underskott på växttillgänglig växtnäring. När en specifik markyta som annars skulle ha kunnat vara beskogad tas i

Tabell 1: Jämförelse i avkastning mellan konventionell och ekologisk växtodling och ökat arealbehov vid fullständig övergång till ekologisk odling. Skördenivåer 2014–2018. Källa: Jordbruksverket.

Gröda	Konventionell kg/ha	Ekologisk kg/ha	Relativtal	Ökat arealbehov, ha
Höstvete	**7 010**	3 970	57 %	345 800
Vårkorn	4 480	2 540	57 %	308 700
Potatis	31 780	19 200	60 %	10 100
Baljväxter	3 310	2 530	76 %	23 700
Vall	5 540	4 780	86 %	138 500
			Totalt	**826 800**

UTSLÄPP FRÅN KONSUMENTER OCH PRODUCENTER

Av forskningsprogrammet PRINCE:s slutrapport framgår tydligt att svenskarnas import av livsmedel har stor effekt på klimatet (8). Hela 60 procent av svenskarnas klimatpåverkan från konsumtion av mat sker i andra länder. Att exportera vår klimatpåverkan till andra länder är i strid med generationsmålet, som säger att målet för miljöpolitiken är att till nästa generation överlämna ett samhälle där de stora miljöproblemen är lösta, utan att miljöproblemen flyttats utanför Sveriges gränser. Eftersom svenskt jordbruk har goda klimatprestanda i ett internationellt perspektiv är det bra för klimatet om både produktionen och konsumtionen av svenska livsmedel ökar. Att minska produktionen av svenska livsmedel är dåligt för klimatet, även om det innebär att utsläppen från svenska källor skulle minska (17).

I den allmänna debatten uppstår lätt förvirring om vilka klimateffekter som går att uppnå genom ändrade konsumtionsvanor, och vilka åtgärder som är möjliga att göra inom produktionen. Att det är klimatsmart för många konsumenter att äta mer vegetabilier och skära ner på köttet, betyder inte att det är miljömässigt eller ekonomiskt hållbart för svenskt jordbruk att i stor skala lägga om produktion från idisslare till bönor och andra vegetabilier. Svensk animalieproduktion har i ett internationellt perspektiv höga klimatprestanda och svenska lantbrukare har på grund av platsgivna förhållanden svårt att konkurrera på världsmarknaden med odling av vissa baljväxter. På senare år har odling av ärter och bönor återigen ökat, men exempelvis sojabönor har ännu inte kunnat anpassas till våra ljus- och temperaturförhållanden. Givet att människor – i Sverige eller utomlands – även i framtiden kommer att vilja äta olika kött- och mejeriprodukter så är det klimateffektivt att fortsätta producera dessa i Sverige. Det är därför viktigt att styrmedel som syftar till att påverka konsumtionen utformas på ett sådant sätt att de inte medför försvagad konkurrenskraft enbart för inhemsk produktion.

anspråk för att producera livsmedel kommer den ytan att binda mindre kol i både mark och träd, och odlingen ger därmed upphov till en kostnad för förlorad potentiell kolbindning. Skillnaden mellan den mängd kol som skulle kunna bindas och den som binds av den aktuella grödan kallas Carbon Opportunity Cost (COC) och uttrycks i kg CO_2e per kg produkt. Denna tillsammans med de utsläpp av växthusgaser som sker per kg produkt utgörs av den grödans faktiska koldioxidutsläpp. Vid ökat arealbehov för att producera samma mängd ökar COC, även om de direkta utsläppen kan minska något. Forskare på Chalmers har med denna modell visat att ekologiskt vete orsakar 65 procent högre utsläpp per kg produkt jämfört med konventionellt odlat vete, medan ekologiskt odlade ärter orsakar 45 procent högre utsläpp per kg produkt (21, 22). Vissa osäkerheter råder dock kring denna metod, exempelvis avseende den grundläggande typ av beskogning som används som referens.

Ett villkor för att ny kunskap och innovationer ska kunna översättas i ökad klimatnytta är dock att det finns ett ekonomiskt utrymme eller att investeringarna i ny teknik genom olika styrmedel görs lönsamma. Det är därför nödvändigt med en god lönsamhet i lantbruket.

Av den rapport om den globala markanvändningens påverkan på klimatet som FN:s internationella panel för klimatförändringar, IPCC, nyligen presenterade framgick att drygt 70 procent av jordens isfria markyta på något sätt ingick i markanvändning för att tillgodose människors behov och att markanvändningen svarade för 23 procent av utsläppen av växthusgaser. Av detta utgjorde det egentliga jordbrukets areal 12–14 procent av marken och utsläppen 12 procent av de totala (27).

För att inte ytterligare öka utsläppen av växthusgaser menar rapportförfattarna att mer areal inte får tas i anspråk, eftersom det är denna förändrade markanvändning som i hög grad bidrar till ökade utsläpp. Istället måste den tillgängliga arealen utnyttjas effektivare.

Dessa slutsatser talar till det svenska lantbrukets fördel med tanke på den i en global jämförelse höga produktiviteten och det faktum att den totala produktionen kan öka utan att ny areal tas i anspråk. I en nyligen presenterad rapport från World Resources Institute betonas vikten av hållbar intensifiering för att möta en växande global befolkning (28).

Politisk enighet om att konkurrenskraften ska stärkas

Trots goda naturgivna förutsättningar, hög kunskapsnivå samt omfattande strukturomvandling till större brukningsenheter har svenskt jordbruk inom vissa sektorer svårt att hävda sig på den globala marknaden. Under en lång period har importen av livsmedel ökat, samtidigt som produktionen i Sverige har minskat. Det gäller framför allt animalieproduktionen, som haft en sämre utveckling än EU-15. Den totala animalieproduktionen är i stort sett på samma nivå idag som år 1995, samtidigt som den svenska konsumtionen av framför allt fågel- och nötkött ökat kraftigt (4). Utvecklingen har varit bättre för vegetabilier på grund av ökade skördar samt en expanderande trädgårdssektor. Sammantaget importerar Sverige livsmedel till ett värde som uppgår till ungefär hälften av landets totala utgifter för livsmedel varav en icke försumbar del återexporteras (främst norsk lax och kaffe). I livsmedelsstrategin (se faktaruta) slås fast att svenska livsmedelskedjan år 2030 ska vara globalt konkurrenskraftig, innovativ, hållbar och attraktiv att verka inom. Förbättrad lönsamhet i jordbrukssektorn är avgörande för att lantbruket på företagsmässiga grunder ska kunna göra investeringar i ny teknik.

Jordbrukets andel av BNP är visserligen låg (1,3 procent), men sektorns betydelse för samhället är större än dess bidrag till BNP. En inhemsk livsmedelsproduktion stärker samhällets beredskap vid kris. Bara med en livskraftig jordbruksproduktion inom landet kan svenska medborgare ha inflytande på hur den bokstavligen livsviktiga maten ska produceras. Ett aktivt jordbruk skapar också ett attraktivt landskap med öppna fält, betesmarker och en mångfald av kulturmiljöer, vilket är en avgörande förutsättning för utveckling och tillväxt på landsbygden. Primärproduktionen och livsmedelsförädlingen är regionalt och lokalt en viktig del av ekonomin, näringslivsutvecklingen och sysselsättningen, inte minst på landsbygden.

LIVSMEDELSSTRATEGIN

I juni 2017 antog riksdagen en nationell livsmedelsstrategi med en konkurrenskraftig livsmedelskedja som övergripande mål, och i vilken den totala livsmedelsproduktionen ökar, samtidigt som relevanta nationella miljömål nås, i syfte att skapa tillväxt och sysselsättning och bidra till hållbar utveckling i hela landet. Produktionsökningen ska svara mot konsumenternas efterfrågan och kunna bidra till en ökad självförsörjningsgrad av livsmedel. Sårbarheten i livsmedelskedjan ska även minska (23).

Politiska styrmedel påverkar jordbrukets klimatnytta

Jordbruket har historiskt omfattats av en rad regleringar och insatser från staten. Den mest uppenbara anledningen är försörjningsförmågan; en väl fungerande livsmedelsförsörjning är en förutsättning för tillväxt och välstånd. Den gemensamma europeiska jordbrukspolitiken (Common Agricultural

SVENSKT JORDBRUK I KORTHET

Jordbrukets produktionsvärde: 62,3 miljarder (2017)
Jordbrukets andel av BNP: 1,3 procent (2017)
Antal företag: 61 235 jordbruksföretag inom jordbruk, husdjurssköts el och trädgårdsodling (2018)
Vanligaste driftsformen: enskild firma
Sysselsatta inom jordbruket: 171 400 (2016)
Andel ensamföretagare: 81 procent
Ålder: 43 procent av företagsledarna är över 60 år

Källor: Tillväxtverket, SCB, Ekonomifakta.

Policy, CAP), har sina rötter i ett sönderslaget efterkrigseuropa där uppbyggnaden och skyddet av livsmedelsproduktionen var ett av huvudsyftena. Det förklarar också varför stödet till jordbruket varit en så stor del av EU:s gemensamma budget. Den svenska jordbrukspolitiken fram till avregleringen i slutet av 1980-talet syftade också till att säkra en svensk livsmedelsförsörjning i händelse av avspärrning eller krig.

Den förda politikens var framgångsrik, men ledde efter några decennier till oönskade och kostsamma överskott av en rad jordbruksprodukter, vilket tvingade fram ett skifte av politiken från produktionsmål till mål för landsbygdsutveckling och miljö.

I en utvärdering av CAP:s effekter på klimatet har EU-kommissionen tittat på 24 olika jordbrukspolitiska åtgärder (24). De omfattar allt från direktstöd, till förgröningsstöd och merparten av de stöd som omfattas av landsbygdsutvecklingsprogrammet. De stödformer för EU sammantaget som visat sig ha de största mätbara effekterna på utsläpp av växthusgaser och kolinlagring var stöden till ekologisk fokusareal (EFA-stödet) och förgröningsstödet. För svenskt vidkommande beror detta sannolikt på den redan stora andelen vall liksom för några av de andra länderna som Danmark, Österrike och Belgien.

En svensk studie genomförd av AgriFood Sweden visar att avlägsnandet av inkomststödet skulle leda till att mer än en tredjedel av jordbruksmarken skulle tas ur bruk. Störst effekter skulle detta få i områden i landets norra delar och för lantbruket i skogsbygd, där så mycket som 60 procent av jordbruksmarken skulle tas ur bruk. I de intensiva slättbygderna skulle mindre än tio procent av arealen tas ur bruk vid borttaget inkomststöd, främst sådan areal som idag trädas (25).

Inom CAP finns också möjligheten för enskilda medlemsländer att ge riktat frivilligt stöd till specifika grödor eller produktionsgrenar i syfte att upprätthålla produktionen inom för landet viktiga sektorer. I Sverige har detta främst använts till en nötköttspremie och stöd till odling av bruna bönor, medan andra medlemsstater tillämpat regelverket bredare. Slutsatsen för detta stöd är att det där det tillämpats lett till ökade utsläpp av växthusgaser genom främjande av ökad animalieproduktion (24).

EXEMPEL PÅ STYRMEDEL INOM EU:S LANDSBYGDS-PROGRAM MED RELEVANS FÖR KLIMATNYTTA

- Inkomststöd
- Förgröningsstöd
- Stöd för ekologisk fokusareal (EFA)
- Stöd för mellangrödor
- Greppa näringen
- Investeringsstöd

I CAP ingår också rådgivning, produktionsanpassning och tillämpning av innovationer. I rapporten konstateras att bättre ekonomi – exempelvis i form av inkomststöd – gör att anpassningen går snabbare och att detta kan förväntas få ett bättre utfall än de beräkningar som gjorts i rapporten.

Utifrån en kostnad-nyttoanalys bedöms åtgärder för att bibehålla eller öka permanenta gräsmarker vara de mest effektiva med en uppskattad kostnad på 44 euro per ton CO2e. Förgröningsstödet som helhet bedöms kosta 274 euro per ton CO2e. Samtidigt framhåller rapporten att inga av dessa åtgärder är i första hand avsedda för att minska utsläppen av växthusgaser (24).

I Sverige har miljöeffekterna av CAP utvärderats sedan 1996, i ett fortlöpande regeringsuppdrag till Naturvårdverket, Jordbruksverket, Riksantikvarieämbetet, samt sedan myndighetens bildande 2011 Havs- och vattenmyndigheten. Naturvårdsverkets syntesrapport från 2011 visar att den förda jordbrukspolitiken inte medfört ökad negativ miljöpåverkan i form av exempelvis ökat näringsläckage. Däremot har de positiva effekterna av jordbruk i Sverige, som bibehållen eller ökad biologisk mångfald, inte kunnat upprätthållas. Detta beror främst på att naturliga betesmarker tagits ur bruk trots ett relativt omfattande stöd. För att en ökad intensifiering i de mer intensiva jordbruksbygderna och sämre förutsättningar för jordbruk i skogs- och mellanbygd inte ska få negativa effekter krävs högre ersättningar (26).

Det är av stor vikt att Sverige i EU arbetar för att dessa gemensamma medel används för adekvata klimatåtgärder och för att inte försämra svenskt jordbruks konkurrenskraft.

Jordbruket kan lagra in mer kol i marken och minska utsläpp från markanvändning

»Ju högre avkastning desto mer skörderester.«

Inlagring av kol i mark anses vara en av de mest kostnadseffektiva åtgärderna för att reducera höjda koldioxidhalter och därmed minska klimatpåverkan. Att öka jordarnas kolhalt har även positiva effekter på produktionen, eftersom jordens bördighet ökar. Potentialen att öka kolinnehållet i jorden finns framför allt i södra och mellersta Sveriges slättbygder, på växtodlingsgårdar med stor andel ettåriga grödor och måttlig mullhalt (lågt kolinnehåll). De åtgärder som har störst potential att öka kolinlagringen är ökad odling av vall, odling av energiskog samt odling av fånggrödor/mellangrödor (34). En politik som stimulerar hög produktion, grön mark året om samt produktion av biokol från skörderester bidrar till ökad kolinlagring.

Kolinlagring – så funkar det

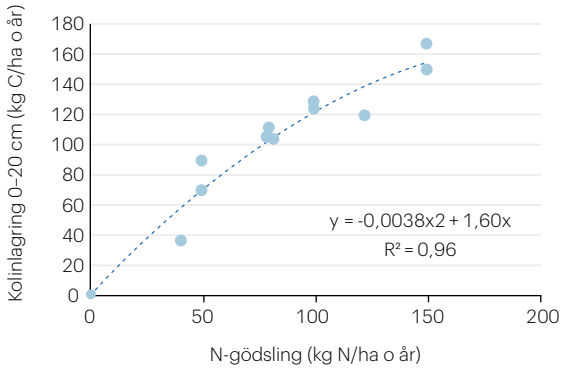
Grunden för allt jordbruk är fotosyntesen, det vill säga växternas förmåga att med hjälp av solens energi omvandla koldioxid och vatten till olika kolföreningar och syre. Det atmosfäriska kol som genom fotosyntesen binds in i växternas rötter, blad och andra strukturer utgör växternas nettoprimärproduktion (NPP). Nettoprimärproduktionen minus skördad jordbruksprodukt avgör hur stort inflödet av kol till marken kan bli i form av rötter och andra växtrester. Skillnaden mellan årlig tillförsel och nedbrytning av organiskt material ger upphov till markens kolbalans. Genom olika skötselåtgärder och odlingsmodeller kan kolhalten i jorden ökas om än i avtagande takt under lång tid (på våra breddgrader ungefär 100 år) till dess att ett jämviktstillstånd uppnås, då inlagringen av och nedbrytningen av kol är lika stor.

Det organiska kolet i jorden förekommer i både matjorden och i den underliggande alven. Drygt hälften av mullen i matjorden består av kol, och ökad kolinlagring ger en högre mullhalt vilket är bra för jordens bördighet. Ju högre avkastning desto mer skörderester bildas i form av rötter, strån och blast, som kan lämnas kvar i åkerjorden. Produktiva odlingsmodeller med hög kväveeffektivitet och skickliga jordbrukare ger högre skördar vilket även ökar kolinlagringen (Figur 8) (35). Ofta överskattas mullbildande potential från skörderester ovan jord medan rötter och kolbindningen i marken underskattas. Under vissa förutsättningar kan exempelvis halmen användas till biodrivmedel samtidigt som möjligheterna att få in en mellangröda ökar när halmen förs bort. Dessutom kan rester från drivmedelsframställningen återföras till marken.

MER KOL I JORDEN ÄN I ATMOSFÄREN

Globalt innehåller marken – räknat från markytan till en meter under jord – mer kol än atmosfären och all växtlighet tillsammans. Marken lagrar 1 500 miljarder ton (Gt) organiskt kol, vilket är nästan tre gånger så mycket som all vegetation ovan mark (600 Gt), och dubbelt så mycket som i atmosfären (800 Gt). Små förändringar i markens kolbalans kan därför ha stor klimatpåverkan. De högsta koncentrationerna av organiskt kol finns i matjorden. Men betydande mängder kol finns även lagrat i alven, den del av jordlagret som ligger under matjorden. Även om kolkoncentrationen i alven är låg, blir mängden kol stor eftersom det är ett tjockare jordlager än det relativt tunna matjordslagret. Många gånger utgör mängden kol i alven hälften av jordbruksmarkens totala kolförråd. Vid utvärderingen av olika skötselåtgärder och odlingssystem på kolinlagring är det därför viktigt att studera förändringar både i matjorden och i alven.

Figur 8: Kolinlagring som funktion av N-gödsling och avkastning (35). Med stigande N-givor ökar produktion av biomassa. Mängden skörderester och rötter ökar och det tillförs mer kol till marken. Varje kilo N höjer kolförrådet i matjorden med drygt 1 kilo C per hektar (ännu mera vid låga N-gödslingsnivåer). Figuren bygger på data från 16 långliggande svenska fältförsök (modifierad enligt Kätterer m.fl., 2012)



Men valet av gröda har också stor betydelse. Fleråriga växter binder in mer kol än ettåriga. Medan ettåriga växter, som spannmål, satsar en stor andel av sina resurser på att bilda frön, satsar fleråriga växter på att bilda rötter och underjordiska lagringsorgan för att kunna överleva vintern. Dessutom är fleråriga växter, till skillnad från de ettåriga grödorna, aktiva under hela vegetationsperioden. Ur livsmedelssynpunkt är de ettåriga dock överlägsna då de fleråriga hittills oftast enbart kunnat användas till djurfoder. Många ettåriga växter sås i maj och skördas i september, och marken ligger då bar under tidig vår och sen höst. Detta innebär att kolflödet till marken blir lägre vid odling av ettåriga växter. Genom att med olika odlingsmetoder som exempelvis mellangrödor förlänga den period som marken är bevuxen går det att öka kolinlagringen.

KLIMATNYTTA SOM INTE RAPPORTERATS

Enligt återkommande nationella inventeringar har svensk växtodling på mineraljordar lagrat in kol motsvarande 2,4 miljoner ton C02e per år under perioden 1988–2017. Detta är en klimatinsats som jordbruket utfört som för närvarande inte inkluderas i den svenska klimatrapporteringen till klimatkonventionen. En viktig förklaring till denna ökade kolinlagring är att andelen fleråriga gröda i form av vall och grönträda har ökat från 35 procent till nästan 50 procent av åkermarken (35). Förklaringen till denna ökning ligger i en extensifiering av jordbruket i skogs- och mellanbygd och har även ett sannolikt samband med det kraftigt ökande antalet hästar i landet.

Kolinlagring är bra för markens bördighet

Med mer organiskt kol i jorden kan markens bördighet öka. Detta gäller särskilt för marker där kolinnehållet i utgångsläget är lågt. Ungefär hälften av mineraljordarna i Sveriges slättbygder har så låga kolhalter (under två procent) att en ökad kolinlagring skulle kunna ge högre skördar. Paradoxalt nog är det några av Sveriges mest högavkastande jordbruksområden som har de mest kolfattiga jordarna i landet. Det går alltså att ta höga skördar på jordar med låga halter av organiskt kol, som i exempelvis Skånes slättbygder. Poängen är att det går att ta ännu högre skördar med en högre mullhalt i dessa områden. Utan insatser som ökar mullhalten är däremot lägre och mer variabla skördar att vänta på sikt. Resultaten från många långliggande fältförsök visar just detta, att vid kolhalter under två procent (vilket motsvarar en mullhalt på 3,4 procent) går det att få ökade skördar om insatser görs för att öka mullhalten.

Tillförsel av halm motsvarande två ton kol per hektar och år har ökat kolhalten i matjorden med 0,55 procentenheter efter 53 år jämfört med ett försöksled med samma mängd

tillförd växtnäring men där alla ovanjordiska skörderester bortfördes (35). I försöksledet med halm ökade skörden succesivt med åren jämfört med försöksledet utan halm med en ökningstakt på 3,8 procentenheter för varje ökning av kolhalten med 0,1 procentenheter (36).

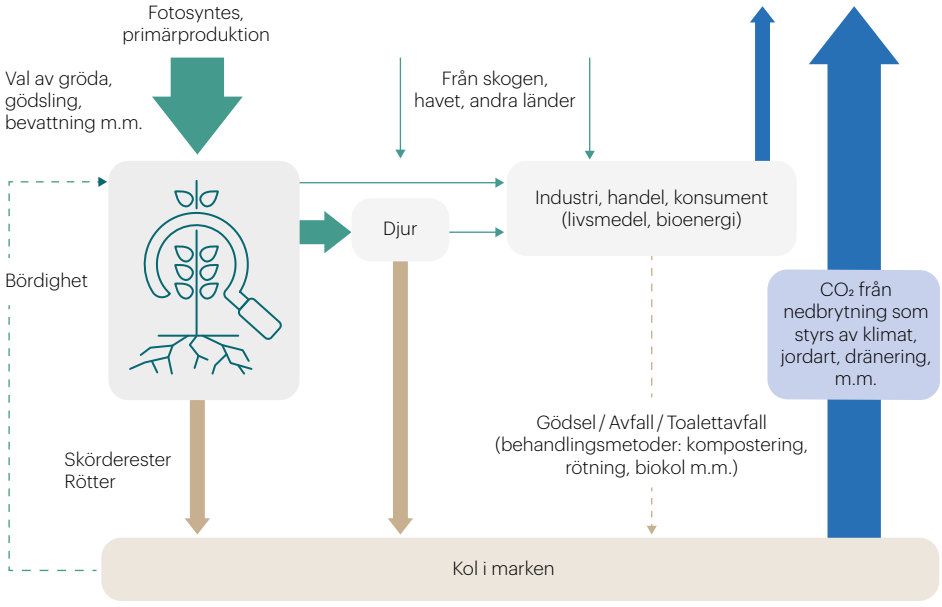
Att en ökad mullhalt är bra för produktiviteten har flera förklaringar. Mer mull i jorden ökar både mängden markorganismer och deras aktivitet. Det gör att marken kan binda och omsätta mer växtnäring. En ökad mullhalt skapar också en mer gynnsam markstruktur, vilket förbättrar jordens genomluftning och förmåga att hålla vatten. Men även ytavrinningen minskar, vilket minskar näringsförluster på grund av minskad erosion. Allt detta gör att jordbruksgrödorna växer bättre och dessutom klarar extrema väder lite bättre. Dessa positiva effekter på hållbarhet och produktivitet gör att åtgärder för ökad kolinlagring numera anses vara en av de mest samhällsekonomiskt kostnadseffektiva insatserna för minskad klimatpåverkan.

Markens kolbalans beskrivs i Figur 9 nedan. Grödorna på åkern binder in atmosfärens koldioxid i växtbiomassa (rötter, stjälkar, blad, frön, frukter mm). Höga skördar ger mer skörderester i form av rötter, strån och blast. Vid sidan om fotosyntesen tillförs även små mängder kol via importerade produkter och organiskt material från skog, hav mm.

Ju mer skörderester och annat organiskt material som tillförs åkern, desto större blir kolinlagringen. Mullhalten i jorden ökar. Ökar man tillförseln så ökar kolförrådet i marken under lång tid (över 100 år i vårt klimat), men ökningstakten avtar successivt till dess att ett nytt jämviktsläge har uppnåtts. Kolbalansen infinner sig när tillförseln av organiska kolföreningar är lika stor som nedbrytningen.

Vid oförändrad markanvändning och skötsel uppstår en kolbalans, det vill säga en dynamisk jämvikt mellan tillförsel av organiska kolföreningar och utflöde av CO_2.

Markens kolbalans kan påverkas, främst genom primärproduktion



Figur 9: Kolets flöde mellan atmosfär, jord och samhälle.

En del av den kolhaltiga mullen bryts ner av mikroorganismer i markekosystemet och avgår som CO_2 till atmosfären. Nedbrytningshastigheten styrs främst av väderförhållanden, men även av jordart och dränering.

En betydande del av skörden används som djurfoder. Kolet som finns i djurfodret återgår till åkern vid gödslingen. I princip all stallgödsel i Sverige används idag som gödselmedel. Så länge det totala djurantalet inte ändras ger djurgödseln inte något extra tillskott av kol till marken i ett regionalt eller nationellt perspektiv. Den långsiktiga trenden har dock varit stigande halter med markkol i djurtäta områden, medan halterna sjunker i de mer växtodlingsintensiva.

En mycket liten andel av kolet som finns i maten återförs till åkermarken. Det mesta försvinner via människornas utandningsluft. Kolkretsloppet kan inte bli slutet. En fullständig återcirkulation av obehandlat avloppsslam har dock en viss men liten potential ur ett kolinlagringsperspektiv. Genom olika behandlingsmetoder (rötning, pyrolys) av avfall, slam och skörderester går det att förlänga kolets halveringstid. Återförs dessa rötrester eller biokol till marken så kan det leda till ökad kolinlagring.

Koldioxidutsläppen från organogena jordar

Organogen jordbruksmark är åker- eller betesmark som ligger på mullrik mark, det vill säga mark med hög halt organiskt material. Det finns även mullrika mineraljordar, men i detta sammanhang avses de organogena jordbruksmarker som skapades genom dikning av torvmarker och sjöar under 1800- och 1900-talet. Samhället var pådrivande för att utdikningarna genomfördes. Som mest brukades under 1940-talet 700 000 ha. Idag återstår bara cirka 200 000 ha vilket utgör sex procent av svensk åkermark. Denna blygsamma andel till trots står den för en stor del av växthusgasutsläpp förknippade med jordbruk, men de ingår inte i de territoriella utsläppen som rapporteras. På cirka 50 000 ha av dessa (25 procent) bedöms torvlagren vara så tunna att de fram till 2045 har försvunnit genom bortodling och inte längre ger upphov till dessa utsläpp (Örjan Berglund, SLU, personligt meddelande).

DET LAGRADE KOLETS VARAKTIGHET

Det är viktigt att komma ihåg att den positiva effekten på klimatet av kolinlagring är beroende av att en viss brukningsmetod pågår under lång tid. Efter en period när markerna en ny kolbalans, och om brukningsmetoderna förändras riskerar mer koldioxid återigen att nå atmosfären. Med ökade mullhalter i jorden ökar även risken för näringsläckage till sjöar och vattendrag. Detta kan emellertid hanteras med skyddszoner, fånggrödor och mellangrödor.

Det finns studier som visar att växthusgasavgången inte minskar om brukade torvmarker tas ur produktion (36), men det behövs fler studier. Ur klimatperspektiv verkar det vara bättre att fortsätta använda dessa marker jämfört med att bara överge dem i dränerat skick. Särskilt organogena jordar som har hög avkastningspotential och ett tunt torvskikt är i många fall bäst att fortsätta att bruka.

Vissa dikade torvjordar kan dock vara lämpliga för klimatåtgärder. En metod för att minska utsläppen är att återställa dem till våtmarker. Vid återvätning stoppas nedbrytningen av torven, vilket gör att avgången av koldioxid och lustgas minskar. Efterhand när våtmarksväxter etablerar sig kan marken börja lagra kol och torvlagret öka i tjocklek. Även om metanavgången ökar i samband med återvätningen, blir den sammanlagda effekten oftast att utsläppen av växthusgaser minskar. Det är viktigt att vara medveten om att effekten av en återvätning kan variera enbart på grund av skillnader i de lokala förutsättningarna, liksom att det finns stora osäkerheter i beräkningarna.

När åkermark läggs ner i Sverige finns en risk att produktionen och miljöavtrycket flyttar utomlands. Mot bakgrund av detta är det inte motiverat att ställa krav på privata markägare att återväta organogen jordbruksmark. Däremot bidrar våtmarker med många klimat- och miljönyttor (biologisk mångfald och kväverening) och det finns därför skäl för samhället att främja återvätning av en del marker.

Jordbruksverket har uppskattat att det är tekniskt möjligt att återväta 25–50 procent av den organogena åkerarealen.

Detta skulle ge minskade klimatutsläpp på maximalt 1–2 miljoner ton koldioxidekvivalenter per år. Jordbruksverket konstaterar samtidigt att den samhällsekonomiskt lönsamma potentialen är mindre, eftersom all organogen jordbruksmark inte ligger så i landskapet att det är möjligt att återföra den till våtmark till en rimlig kostnad.

Åtgärder för att öka kolinlagringen

Satsa på mineraljordarna

En stor andel av jordbruksmarken i Sverige har ett relativt högt kolinnehåll (hög mullhalt). Det gäller även mineraljordar i djurtäta områden med stor andel långliggande vallar och vissa naturbetesmarker. I dessa jordar är potentialen låg för att lagra in ytterligare kol. Det är därför viktigt att åtgärder och styrmedel för att öka kolinlagringen riktas till de jordar som har låg eller minskande kolhalt. Framför allt är det mineraljordarna i södra och mellersta Sveriges slättbygder som har störst potential att lagra in mer kol. Möjligheten att höja kolinnehållet är stor på gårdar som specialiserat sig på odling av ettåriga grödor, som spannmål, raps och majs. Samtidigt har brukare av marker med hög kolhalt ett värdefullt kapital att förvalta som dock snabbt kan ändras om driftsinriktningen ändras.

Öka odlingen av fleråriga grödor

Den enskilda åtgärd som ger högst inlagring av kol är odling av vall. Vall är vanligtvis olika gräs- och klöverblandningar som odlas som foder till djur eller produktion av bioenergi. Vallodling ökar kolinlagringen med i genomsnitt 645 kg kol per hektar och år jämfört med odling av enbart ettåriga grödor.

Den åtgärd som har näst högst effekt på kolinlagringen är odling av energiskog (salix eller poppel) på åkermark. Energiskog på åkermark kan lagra in 450 kg kol per ha och år jämfört med ettåriga grödor. Ett ökat inslag av buskar och träd i öppna slättlandskap skulle också kunna öka kolinlagringen.

Håll marken grön

Genom att hålla marken grön och därmed bibehålla fotosyntesaktivitet under en så lång tid som möjligt under året ökar möjligheten att lagra in mer kol i jorden.

Odling av *fånggrödor* ökar kolinbindningen med i genomsnitt 330 kg kol per ha och år. Syftet med fånggrödor är framför allt att minska växtnäringsläckaget, men åtgärden har även en positiv effekt på kolinlagringen. Fånggrödan sås in i huvudgrödan, och ger ett bibehållet växttäcke efter skörd av huvudgrödan. Den ökade kolinlagringen uppnås genom en ökad tillförsel av kol i form av växtrester och rötter från själva fånggrödan, som myllas ner. Fånggrödan kan också minska erosionen av ytliga jordpartiklar, eftersom jorden inte lämnas bar lika länge. En odlingsmetod som har stora likheter med fånggrödor, är att odla en mellangröda. *Mellangrödor* odlas primärt för att producera grönmassa, och sås in efter skörden av huvudgrödan. Mellangrödan kan skördas och användas för biogasproduktion eller foder. Effekten på kolinlagringen av mellangrödor har inte utvärderats, men den kan antas vara av samma storleksordning som för fånggrödor.

Ett annat sätt att minska läckaget av koldioxid är att undvika *svartträda*, det vill säga att lämna marken bar för hela eller delar av växtsäsongen. Att upphöra med svartträda kan motverka nedbrytningen av 100 kg kol per ha och år, om man antar att marken trädas vart femte år. Under de senaste fem åren har trädesarealen i genomsnitt legat på strax under 160 000 ha eller cirka sex procent av åkerarealen, varav endast en liten del varit i form av svartträda.

Potentiell inlagring av kol

Riktade åtgärder till spannmålsintensiva områden skulle kunna omfatta införande av fleråriga grödor, främst vall, fång- och mellangrödor, intensifierad vallodling och slopande av obevuxen träda. Ökad andel vall på spannmålsarealen och fång- eller mellangröda på halva återstående arealen skulle innebära en ökad årlig kolbindning på 287 miljoner kg C eller 1,052 miljoner ton CO_2e. Ökad intensitet i vallodlingen skulle innebära en ökad kolbindning med lågt räknat 35 kg C per hektar eller 137 miljoner kg CO_2e

Tabell 2: Potentiell inlagring av kol per år genom åtgärder i växtodlingen (4, 36, egen bearbetning)

Gröda	Areal, ha	Årlig inlagring kg C/ha	Summa kton C	Summa kton CO2e
Vall	220 000	645	142	520
Fång-/mellangröda	440 000	330	145	530
Ökad intensitet i vallodlingen	1 100 000	35	37	140
Slopad svartträda	32 000	500	16	60
		Summa	**340**	**1 250**

per år (egen beräkning). Slopande av svartträda på motsvarande sex procent och stubbträda på 25 procent av trädesarealen motsvarar minskade utsläpp med 16 miljoner kg kol eller 60 miljoner kg CO2e per år. Den sammanlagda effekten av dessa åtgärder skulle bli en ökad bindning med cirka 0,34 miljoner ton kol eller 1,25 miljoner ton CO2e per år (Tabell 2) (4, 36)

Prioritera högproduktiva odlingssystem

Som visat är det avgörande för att få en hög kolinlagring att grödorna har god tillgång på kväve. Hög produktivitet och höga skördar leder således till högre kolhalt i marken. Odlingsmodeller som ger låg avkastning, som exempelvis ekologisk spannmålsodling, leder till lägre kolinlagring, eftersom mängden skörderester blir mindre. Ytterligare en effekt av mer extensiva odlingssystem är att arealbehovet ökar. För att producera en viss mängd mat åtgår då en större areal, vilket tar arealer i anspråk som annars hade kunnat nyttjas för bioenergiproduktion eller för att försörja fler människor med mat. IPCC rapporten poängterar också den klimatdestruktiva effekten av att ta ny mark i anspråk (avskogning), liksom även iLUC adresserar denna problematik (27). Ur klimatsynpunkt blir då miljöersättning till extensiva odlingssystem kontraproduktivt.

Hur Landsbygdsprogrammet kan bidra till ökad kolinlagring

Inom Landsbygdsprogrammet finns ett antal stöd som ökar kolinlagringen: investeringsstöd för odling av energigrödor (salix, hybridasp och poppel), miljöersättning för vallodling, miljöersättning för minskat kväveläckage samt kompensationsstödet. Kompensationsstödet används för att utjämna de platsgivna skillnaderna i förutsättningar för jordbruk som råder i olika delar av landet. Det stödet bidrar till att upprätthålla jordbruk på marker som annars skulle lämnas obrukade eller planteras med skog.

I förordningen om miljöhänsyn i jordbruket (1998:915) ställs dessutom krav på höst- och vinterbevuxen mark på gårdar med mer än 5 hektar åkermark i ett stort antal län (Hallands, Skåne, Blekinge, Östergötlands, Jönköpings, Kronobergs, Kalmar, Gotlands och Västra Götalands län). För att öka kolinlagringen med hjälp av befintliga stöd bör stödnivåerna ses över. Investeringsstödets utformning och stödnivå bör utredas för att öka attraktiviteten. Stöd till mellangrödor med flera miljönyttor (biogasproduktion, kolinlagring, minskat växtnäringsläckage, foder med mera) samt stöd till agroforestry, det vill säga ökat inslag av träd och buskar i jordbrukslandskapet (alléodlingar, lähäckar och buffertzoner med fleråriga växter) bör övervägas.

PLÖJNINGSFRITT JORDBRUK

Två brukningsmetoder som ofta diskuteras i klimat- och miljösammanhang är **direktsådd och minskad jordbearbetning**. Båda dessa sätt att bruka jorden leder till att mera ovanjordiska skörderester stannar kvar på eller strax under markytan, vilket har många positiva effekter och leder till bättre infiltration av vatten och minskar förlusten av värdefull matjord genom erosion. Dessutom minskar dieselanvändningen och arbetstimmarna. Effekten av direktsådd och reducerad bearbetning på total kolinlagring har vid en analys av över 100 långliggande fältförsök i tempererat klimat dock visat sig vara försumbar (37). Direktsådd har visserligen en positiv effekt på mängden markkol strax under markytan, men den motsvaras av en ungefär lika stor negativ effekt i de djupare jordlagren. Potentialen att öka kolinlagringen genom minskad jordbearbetning är betydligt lägre under svenska klimatförhållanden, än i till exempel semi-arida områden i Nordamerika där skördarna ofta ökar om man inte plöjer eftersom skörderesterna på markytan minskar avdunstningen och därmed gynnar växternas vattenförsörjning. Odlingssystem med reducerad jordbearbetning har svårigheter att upprätthållas utan tillgång till kemiska medel för bekämpning av ogräs.

Kolinlagringen i klimatpolitiken

Sverige skrev på det globala 4 promille-initiativet som lanserades på COP 21, FN:s klimatmöte i Paris, år 2015. Initiativet har som målsättning att öka kolinlagringen i jordbruksmark med 4 promille om året för att bromsa ökningen av koldioxid i atmosfären. Frågan om kolinlagring i jordbruket lyfts även i Miljömålsberedningens klimat- och luftvårdsstrategi (SOU 2016:47). Kolinlagring beskrivs som en åtgärdsmöjlighet i jordbruket och ökad inlagring av kol i mineraljordar pekas ut som ett sätt att förstärka kolsänkan i jordbruksmark. Ett svenskt promillemål för jordbruket på 1–2 promille av den totala jordbruksmarkens kolinnehåll bedöms vara ett rimligt mål (9). För att uppnå det målet krävs att ungefär 500 000 hektar ytterligare odlas med fånggrödor, samt att ytterligare ca 500 000 hektar ställs om från annuella grödor till vall eller andra perenna grödor. Värt att notera är att svensk åkermark har lagrat in 2,4 miljoner ton CO2 per år under perioden 1988–2017 (se faktarutan på sid 30).

En möjlig ökad produktion av vall är inte avsedd att användas som grovfoder utan kan utnyttjas som biobaserad råvara för substitution i andra sektorer. Råvaran kan också användas till sådan tillämpning som undersöks i de projekt som pågår i Danmark och Sverige med att bygga bioraffinaderier baserade på vall för utvinning av protein, fiber, energi och växtnäring.

Åtgärder för att minska jordbrukssektorns utsläpp av växthusgaser

»Det är inte möjligt att komma ner till nollutsläpp av växthusgaser i jordbrukssektorn eftersom dessa utsläpp i hög grad beror på biologiska processer som är svåra att kontrollera.«

Det är inte möjligt att komma ner till nollutsläpp av växthusgaser i jordbrukssektorn eftersom dessa utsläpp i hög grad beror på biologiska processer som är svåra att kontrollera. Målet nettonoll 2045 inbegriper att jordbruket fortfarande kommer att ha utsläpp. Men utsläppen från jordbruket kan minska genom olika åtgärder. Det finns en rad sammanställningar av åtgärder och dessas potentialer för att minska utsläppen av växthusgaser inom jordbrukssektorn (9, 15).

En typ av åtgärd som är generell över alla produktionsgrenar och utsläpp är att en ökad produktivitet ger minskade utsläpp per producerad enhet. Ytterligare ökad produktivitet kan minska utsläppen med åtta procent jämfört med idag. På animaliesidan handlar en ökad produktivitet dels om en ökad avkastning vad gäller kött eller mjölk, god djurhälsa, minskad utslagning och lägre inkalvningsålder för kvigor. Andra faktorer är förbättrad avel samt en effektivare foderstat.

Inom växtodlingen handlar det om bättre sorter via växtförädling, ökad bördighet, en god markstruktur, ett effektivare utnyttjande av växtnäring, men också om ett väl fungerande integrerat växtskydd. Flera av dessa faktorer kan förbättras genom odlingssystem som innefattar ökad andel grön mark med fång- och mellangrödor, reducerad jordbearbetning och en mer varierad växtföljd.

Åtgärder för att minska utsläppen i den befintliga animalieproduktionen kan röra sig om fodertillsatser för att minska metanutsläpp från idisslare, åtgärder för att minska utsläppen från lagring och spridning av gödsel, till exempel genom täckning av gödselbrunnar, en ökad rötningsgrad av stallgödsel eller nitrifikationshämmare på åkermark. Åtgärder som kan göras i befintlig produktion kan ge minskade utsläpp med sex procent fram till 2050. Den sammanlagda åtgärdspotentialen för sektorn, vid bibehållen produktionsnivå, är alltså en minskning med 14 procent fram till 2050.

Samtidigt finns möjlighet för en ökad produktion av både livsmedel och biobaserade råvaror (se avsnittet Svenskt jordbruk står sig väl) även om det, till viss del, kommer att ge ökade utsläpp för själva sektorn. I ett globalt perspektiv och givet att vi i Sverige bibehåller vår höga produktivitet och våra låga utsläpp per producerad livsmedelsprodukt kan det ändå innebära att de totala utsläppen från jordbruk minskar globalt.

Utsläpp från jordbruket redovisas även i andra sektorer

Ett generellt åtagande bör vara att jordbruk som verksamhet ska bidra till att även utsläpp som redovisas i andra sektorer åtgärdas. Inom jordbrukets energianvändning handlar det, förutom en ökad energieffektivisering, om en övergång från fossila till förnybara bränslen och drivmedel och ökad elektrifiering.

Jordbruk kan binda mer kol och minska sina utsläpp av koldioxid

Man kan också tänka sig en omställning av produktion för att öka kolinlagringen i mark och att minska utsläppen av växthusgaser från dränerade organogena jordar. Detta ingår i markanvändning inom sektorn LULUCF och räknas inte som minskade utsläpp av växthusgaser inom till exempel Sveriges klimatmål. Dessa åtgärder kan istället komma att ingå i det som kallas kompletterande åtgärder. Åtgärder för att öka kolinlagringen samt potentialen för återvätning diskuteras i mer detalj i kapitlet Jordbruket kan lagra in mer kol i marken och minska utsläpp från markanvändning.

Jordbruket kan bidra till substitution

Produktionen av biomassa på åkermark för energianvändning och biodrivmedel är i dagsläget marginell. År 2018 odlades 9 965 hektar energiskog (salix, hybridasp, poppel) eller energigräs på åkermark, vilket är en minskning med nästan 40 procent sedan mitten av 1990-talet (45, 48). Energiskogen ger cirka 0,25 TWh per år (13). Av den totala åkermarken används ungefär fyra procent (drygt 100 000 ha) för att odla grödor för biodrivmedel (38). Spannmål, främst vete till etanolproduktion, dominerar, men det förekommer även viss odling av raps för produktion av biodiesel (RME). Biogas från stallgödsel bidrar i Sverige med cirka 0,15 TWh, och biogas från åkergrödor med ungefär 0,1 TWh.

Totalt bidrar jordbruket med biomassa motsvarande 2,5–3 TWh per år för produktion av förnybara drivmedel, el och värme (47).

Stor potential att öka produktionen av biomassa

I en rapport från Lunds universitet gjord 2016 uppskattas att det finns betydande potential att öka produktionen av inhemsk biomassa till biodrivmedel och bioenergi fram till 2050. Idag är den totala biomassaproduktionen från svensk växtodling cirka 74 TWh per år. Av det utgörs 53 TWh av skördeprodukter och 21 TWh av biprodukter och skörderester som halm och blast. Tillförseln av biomassa beräknas kunna öka på ett hållbart sätt till sammanlagt 18–20 TWh per år, utan att konkurrera med arealer för matproduktion. Den tekniska potentialen är större (kanske så hög som 35–40 TWh) men det förutsätter att nästan en miljon hektar åkermark används för energi- och biodrivmedelsproduktion (8).

Nedlagd åkermark

I Sverige brukas idag 2,55 miljoner hektar åkermark. Under de senaste decennierna har dock mycket åkermark tagits ur produktion, sedan 1990 ungefär en tiondel (250 000 ha) (4). Den del av denna mark som inte fått ändrad användning skulle kunna nyttjas för att öka produktionen av biomassa. I den mest detaljerade analysen av nedlagd åkermark anges att 88 000 hektar kan vara lämplig för odling av snabbväxande lövträd (exempelvis hybridasp) (43). Av detta utgör 65 procent areal åkrar som är större än ett hektar.

Slättbygderna i Skåne, Götaland och Svealand har stor potential att öka biomassaproduktionen tack vare särskilt gynnsamma odlingsförhållanden. Totalt skulle energiskogsodling på 88 000 hektar kunna ge cirka 2,8 TWh per år (8). Om istället barrskog (gran) odlas på den nedlagda åkermarken blir biomassaproduktionen lägre och resultatet blir cirka 1,8 TWh per år. Biomassapotentialen på nedlagd åkermark bedöms alltså vara cirka 35 procent lägre när gran odlas i stället för snabbväxande lövträd (43).

Befintlig åkermark

Energigrödor på trädesmark

Av den registrerade åkermarken trädas idag cirka 165 000 hektar. Om denna areal istället skulle användas för odling av energigrödor kan minst 3–4 TWh per år tillföras.

Energigrödor på underutnyttjad vallareal

Det finns en ”överodling” av vall motsvarande 200 000–300 000 hektar. Det vill säga det odlas mer vall än vad det nuvarande djurbestånd kräver, i synnerhet om man beaktar att en stor del av vallarealen odlas extensivt. En intensifierad odling på denna areal (mer gödsel, fler skördar per år, mer högavkastande artsammansättning) skulle kunna öka tillförseln av bioenergi med cirka 7 TWh. Det skulle sannolikt också leda till ökad kolinlagring genom en ökad total produktion av biomassa per hektar.

Ökad tillgång på halm

Halm är en biprodukt från spannmålsodlingen. Idag används halmen både i kraftvärmeverk och i mindre gårds-

BIOGASPRODUKTIONEN GER VÄRDEFULLT GÖDSELMEDEL

År 2017 producerades biogas vid 43 gårdsanläggningar i Sverige. Jordbruksråvaror används även i större samrötningsanläggningar tillsammans med bland annat avfall från slakterier och livsmedelsindustri. Gårdsanläggningarna står för 2 procent av den totala biogasproduktionen i landet, medan samrötningsanläggningarna står för 48 procent.

Av den biogas som kan härledas till livsmedelsproduktionen kommer 20 procent från gödsel, två procent från energigrödor, fem procent från slakteriavfall, elva procent från matavfall, tio procent från livsmedelsindustrin och 35 procent från avloppsslam. Utöver biogas produceras i rötningsanläggningarna rötrester som används som ett näringsrikt gödselmedel i jordbruket. År 2017 spreds mer än två miljoner ton biogödsel från biogasanläggningar på svenska åkrar (9).

pannor för produktion av värme. Hur mycket halm som kan komma att frigöras för användning inom bioenergiområdet beror bland annat på hur stor areal som odlas med spannmål, samt om framtida växtförädling ytterligare kommer att påverka förhållandet mellan spannmålskärna och mängd halm per planta (8).

Den uppskattade potentialen är 2–4 TWh, och då är hänsyn tagen till att halm behövs som strömedel och foder i djurhållning samt som jordförbättringsmedel (8).

Minskade utsläpp från djur och gödselhantering

Ökad produktivitet och tekniska åtgärder förväntas minska utsläppen från djurens matsmältning och från lagring och spridning av stallgödsel med 14 procent. Det pågår även olika försök med fodertillsatser som visar preliminära resultat med en minskning med upp till 30 procent av utsläppen från idisslares fodersmältning. Dessa resultat är än så länge osäkra, varför de får anses ingå i de åtta procent som ska uppnås med ny teknik (48).

Biogasråvara

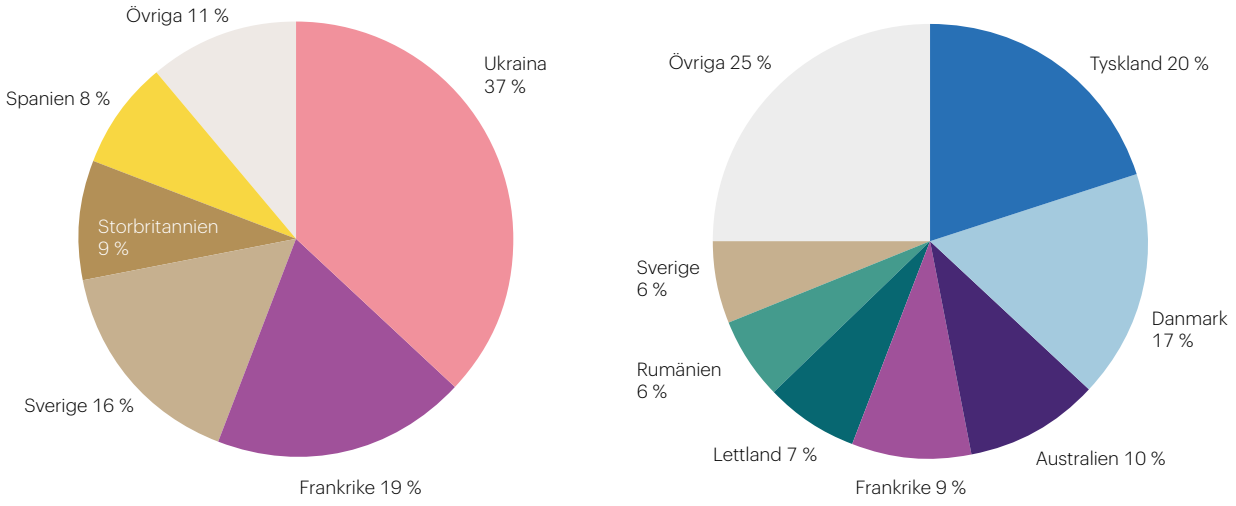
De resurser från jordbruket som används för biogasproduktion är gödsel och odlingsrester (exempelvis blast från sockerbetor). I en studie från 2013 uppskattas att det finns potential att öka biogasproduktionen från gödsel med 2,8 TWh per år och från skörderester exklusive halm med 0,8 TWh per år. Svenskt jordbruk har således potentialen att leverera gödsel och odlingsrester motsvarande ca 3,4 GWh för produktion av biogas och gödningsmedel (49).

En politik för mer inhemska biobränslen

Politiska och ekonomiska styrmedel i Sverige har under lång tid stimulerat användningen av förnybara drivmedel, snarare än inhemsk produktion av åkergrödor för energi- och drivmedelsändamål. Resultatet av denna politik är att Sverige använder mest biodrivmedel inom EU, samtidigt som produktionen av biodrivmedel stått och stampat. Hela 21 procent av den totala drivmedelsförbrukningen för inhemska transporter (ej inrikesflyg) utgörs av biodrivmedel. Totalt förbrukas biodrivmedel motsvarande 17 TWh, men bara tre TWh av dessa är producerade på inhemsk biomassa. Den ökade användningen har täckts med en allt större import. År 2016 importerades 84 procent av all etanol som användes i Sverige. Råvarorna i den importerade etanolen kommer främst från Storbritannien och Ukraina.

Biodieseln har haft en liknande utveckling. Medan användningen av HVO (hydrerade vegetabiliska oljor) har ökat mest av alla biodrivmedel, minskade andelen inhemskt producerad HVO bara under år 2016 från 14 procent till 3,8 procent. Råvarorna i merparten av den biodiesel (HVO och

Figur 10: Ursprungsland för biodrivmedel använda i Sverige 2018. Endast en sjättedel av etanolen och sex procent av FAME är av inhemskt ursprung. Etanol till vänster och FAME till höger. Källa: Energimyndigheten.



FAME) som används i Sverige kommer från bland annat Indonesien, Malaysia, Tyskland, USA, Litauen, Danmark och Lettland (Figur 10) (53).

För att få igång en ökad produktion av inhemska drivmedel krävs tydliga mål och långsiktiga styrmedel. En broms för utvecklingen av inhemsk biodrivmedelsproduktion är Förnybartdirektivet (EU 2009/28), som gäller för perioden 2021–2030. Direktivet slår fast att biodrivmedel baserade på livsmedelsgrödor får utgöra maximalt sju procent av den totala drivmedelsvolymen som rapporteras till EU. Även om taket på sju procent inte innebär ett förbud att använda mer grödbaserade biodrivmedel i respektive medlemsstat, så medför det dock i praktiken en osäkerhet kring framtida efterfrågan och påverkar därmed även intresset för investeringar i anläggningar för etanol och biodiesel från jordbruksgrödor. Det blir då svårt för svenskt lantbruk att öka sitt bidrag till ytterligare omställning av transportsektorn från fossilt till förnybart.

Sverige har varit EU:s största konsument av PFAD (Palm Fatty Acid Distillate) i biodiesel. Från 1 juli 2019 är PFAD utfasat, något som kommer att stimulera användning av mer hållbara alternativ.

Viktigast från primärproduktionens perspektiv är att det blir ekonomiskt attraktivt för bonden att arbeta med allt det som kan öka tillgången på förnybar råvara; det vill säga att samla in befintliga oanvända skörderester, eller att börja bruka nedlagd åkermark och mark i träda för vallodling. Det måste likaså bli lönsamt att öka avkastningen på befintliga gräsvallar, introducera mellangrödor fullt ut och skörda och använda de grödor som odlas på de ekologiska fokusarealerna (38).

En politik för mer biogas

För att öka produktionen av biogas i Sverige krävs långsiktiga spelregler. Den osäkerhet som finns om vilket regelverk som kommer att gälla efter år 2020 gör att investeringsviljan för att satsa på nya biogasanläggningar är låg. EU-kommissionens godkännande av skattebefrielse för biogas som används för uppvärmning upphör vid utgången

av år 2020. Även det statsstödsgodkännande som Sverige fått av EU-kommissionen för skattebefrielse för användning av biogas som drivmedel löper ut vid samma tidpunkt. Så länge producenter och investerare svävar i ovisshet över om statsstödet kommer att förlängas eller inte är det svårt att fatta beslut om satsningar på ökad produktion. För att produktionen i Sverige ska ta fart är det också helt nödvändigt med konkurrens på lika villkor för importerad och svensk biogas. Till exempel gynnas dansk biogas dubbelt genom produktionsstöd i Danmark och skattebefrielse på användarsidan i Sverige. Av biogasen kommer trots detta fortfarande 82 procent från inhemsk produktion (53).

Jordbruksverket administrerar gödselgasstödet som drivs som ett pilotprojekt under perioden 2014–2023. I en utvärdering konstateras att den nuvarande stödnivån inte är tillräcklig för att det ska vara lönsamt att bygga nya anläggningar som rötar biogas från stallgödsel. Stödet är inte heller tillräckligt för att alla befintliga anläggningar ska drivas vidare. Ungefär hälften av projektdeltagarna fortsätter att producera biogas tack vare ersättningen från gödselgasstödet (52).

Biogasanläggningar har kunnat få investeringsstöd via Landsbygdsprogrammet samt via Klimatklivet, som administreras av Naturvårdsverket.

REDUKTIONSPLIKTEN

2018 införde Sverige en reduktionsplikt som syftar till att främja användningen av biodrivmedel. Företag som säljer drivmedel måste blanda in en viss andel biodrivmedel i bensin och diesel, och de kan beläggas med böter om de inte uppfyller reduktionsplikten.

Energimyndigheten presenterade en utredning i juni 2019 om hur den fortsatta reduktionsplikten ska utformas. Där föreslås fortsatt skattebefrielse för höginblandade biodrivmedel och en linjär förlängning av reduktionsplikten fram till 2045, då den fossila andelen ska ha reducerats till 19,4 procent i bensin och till 7,1 procent i diesel (54)

Det svenska jordbruket kan bli fossilfritt

De största fossila utsläppen inom jordbruket är dieselanvändningen för traktorer och andra arbetsmaskiner (0,6 miljoner ton CO_2e) samt energianvändningen i jordbrukets lokaler (0,2 miljoner ton CO_2e). Ofta uppmärksammas även klimatpåverkan från importerad mineralgödsel i diskussionen om svenskt jordbruk, även om den i klimatkonventionens bokföring av klimatutsläpp kopplas till producentlandets industri. Det är fullt möjligt för jordbruket att bli fossilfritt om rätt incitament och styrmedel införs.

Drivmedel

Omställningen till biodrivmedel är redan i full gång. Sverige är det land som har högst andel biodrivmedel per capita i Europa, och genom stor andel skogsråvara och potentiell produktion av biomassa från jordbruket är förutsättningarna för inhemsk produktion goda. Paradoxalt nog importeras cirka 90 procent av de biodrivmedel som används idag, samtidigt som den största inhemska producenten, Agroetanol, säljer sin produktion utomlands, främst till Tyskland.

För att förse svenska lantbrukare med fossilfria drivmedel skulle det behövas mellan 2,4 och 3,6 TWh per år, omräknat till odlad areal skulle någonstans mellan 100 000 och 330 000 hektar åkermark behöva tas i anspråk, vilket motsvarar mellan fem och sju procent av befintlig åkerareal (15). Enligt beräkningar skulle svenskt jordbruk kunna producera mellan fyra och tio TWh per år, utan att konkurrera med dagens produktion av mat eller foder (9). Det är alltså potentialen för biodrivmedel baserade på iLUC-fri råvara. iLUC-fri råvara betyder att produktionen inte orsakar förändrad markanvändning till exempel avskogning någon annanstans i världen.

Det stora spannet i uppskattad potential förklaras av skillnader i omvandlingseffektivitet mellan gröda och drivmedel. Vid etanolproduktion omsätts 21–28 procent av grödans energipotential till drivmedel, medan utbytet är högre vid produktion av biogas, 51–62 procent. Etanol från halm och vetekärna ger låga växthusgasutsläpp jämfört med fossila bränslen, även när hänsyn tas till potentiella utsläpp från

förändrad markanvändning. Etanol från vetekärna klarar dagens krav på att biodrivmedel ska innebära en 60-procentig minskning av klimatutsläppen (38). Klimatpåverkan från etanol som tillverkas på Lantmännen Agroetanol i Norrköping är hela 95 procent lägre än från bensin. Intressant att notera är också att produktionskostnaden för halmbaserade drivmedel är i paritet med dagens marknadspris för bensin (inklusive energi- och koldioxidskatt).

Redan idag odlas cirka 4 procent av åkerarealen med grödor för biodrivmedelsproduktion. Merparten av den inhemskt producerade etanolen går dock på export, där exempelvis den tyska marknaden på grund av den svenska etanolproduktionens goda klimatprestanda är beredda att betala för detta mervärde. För att öka användningen av biodrivmedel inom jordbrukssektorn måste det bli lönsamt att köra förnybart. Med gällande styrmedel och skatter är det dyrare för bonden att köra med 100 procent förnybara drivmedel än att tanka fossilt. Eftersom lönsamheten många gånger är pressad inom jordbrukssektorn har omställningen till förnybart därför inte skett. LRF Östergötland och Fossilfritt Sverige har initierat en budkavle som utmanar andra regionförbund att skriva under på att tanka 50 procent förnybart. Med dagens tillfälliga skatterabatt på diesel för jordbruket (2,43 kr av dieselskatten återbetalas andra halvåret 2019) uppstår en brytpunkt något under 50 procent. Det vill säga om lantbrukaren använder mer än 50 procent förnybara drivmedel i traktorn, blir det dyrare (upp till 25 procent) än att använda fossila drivmedel (51).

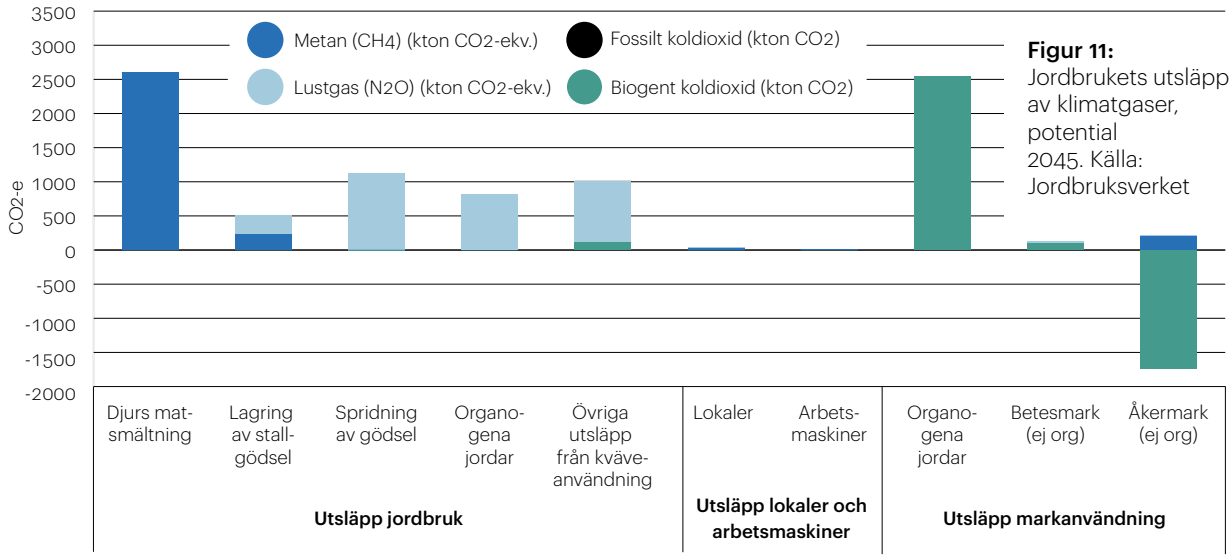
För att det ska bli mer lönsamt att använda mer klimatvänliga drivmedel till lantbrukets maskiner behöver koldioxidskatt, återbetalningen av dieselskatten och energiskatterna på förnybart och fossila bränslen justeras. Detta måste genomföras utan att negativt påverka svenskt jordbruks konkurrenskraft. Redan idag har svenska lantbrukare på grund av höga drivmedelskostnader en konkurrensnackdel jämfört med sina kollegor i exempelvis Danmark. Enligt beräkningar gjorda av Arla motsvarar återbetalningen av dieselskatten till danskt jordbruk en fördel gentemot svenska producenter på 700 miljoner kronor (SEK) årligen. Att ytterligare höja kostnaderna genom krav på fossilfria drivmedel utan kompensation skulle ytterligare försämra konkurrenskraften.

Energianvändningen i lokaler

Energianvändningen i jordbrukets lokaler orsaker utsläpp på 0,2 miljoner ton CO2e. Genom en omställning till bioenergi och grön el skulle alla utsläpp kunna reduceras. En utmaning är att ställa om spannmålstorkarna till förnybart, eftersom de kräver stor effekt under kort tid. Alternativen är få och med rådande oljepriser är det inte alltid lönsamt att byta mot förnybara bränslen (18). Det finns ett investe-

MÖJLIGT ATT ÖKA ODLINGEN AV ENERGISKOG

Sedan 1990-talet har den svenska energiskogsodlingen minskat kraftigt, vilket har flera förklaringar. För det första har det under lång tid funnits ett överskott på fasta biobränslen för värme- och elproduktion, vilket har pressat priserna. De flesta andra fasta bränslen är rest- och biprodukter eller avfall, som man ändå behöver göra sig av med och som prissätts så att de förbrukas först. Salix måste odlas och har därmed en annan kostnadsbild. För det andra har stöd för att anlägga energiskogsodlingar tagits bort. I samband med den omställning av jordbruket som inleddes i slutet av 1980-talet fick lantbrukarna stöd för att anlägga odlingar av energiskog. Sedan Sverige gick med i EU har omställningsstödet ersatts av ett investeringsstöd. Anlägger man energiskog kan man få 40 procent av kostnaderna ersatta. Det är dock få lantbrukare som vågar ta risken att odla en gröda som inte ger avkastning under de första åren och som dessutom har en osäker avsättning. Det har också förekommit tekniska invändningar som problem vid förbränningen, något som gjorde att en del värmeverk inte har fortsatt att köpa in energiskog. Sammantaget har det varit svårt för lantbrukare att få lönsamhet i denna typ av odling, trots att den kan ge stora skördar av biobränsle och har klimatmässiga fördelar i form av ökad kolinlagring. För att vända denna trend och öka odlingen av energiskog på åkermark måste de marknadsmässiga förutsättningarna förbättras. Det skulle också få gynnsamma effekter på jordbrukets kolinlagring.



Figur 11: Jordbrukets utsläpp av klimatgaser, potential 2045. Källa: Jordbruksverket

ringsstöd i Landsbygdsprogrammet för förnybar energi. Jordbruksföretag kan få stöd för att investera i sol-, vind-, bio-, vattenkraft- eller jord- och bergvärme. Det finns även ett investeringsstöd i Landsbygdsprogrammet till biogasanläggningar. Många jordbruksföretag har även fått stöd till energikonvertering via Klimatklivet.

Importerade insatsmedel

Ofta kommer importerade insatsmedel och global avskogning på tal vid diskussioner om jordbruk och klimat. I denna rapport och i 2045 åtagandet ingår inte dessa områden. I ett bredare perspektiv och med hänvisning till bland annat generationsmålet väljer vi att ändå beröra dem kortfattat.

Klimatpåverkan från importerad mineralgödsel

Jordbruksverket har uppskattat utsläppen från produktionen av mineralgödsel som används i svenskt jordbruk till 0,8 miljoner ton CO2e. Beräkningen bygger på ett antagande om att 70 procent av den använda mineralgödseln har producerats med best available technology (BAT). Det finns stora skillnader i utsläpp beroende på vilken energikälla mineralgödselproducenten använder i tillverkningsprocessen, samt beroende på om katalysatorteknik används för att rena bort läckage av den kraftfulla växthusgasen lustgas. Yara, som har 60 procent av marknaden för mineralgödsel i Sverige, har en produktion med relativt låga utsläpp (2,9 ton CO2e per ton mineralgödsel). Industrier med höga utsläpp ligger på cirka 8–10 ton CO2e per ton mineralgödsel.

Det finns ett intresse hos exempelvis Yara att satsa på pilotanläggningar för produktion av mineralgödsel med förnybara energikällor (sol, vind, vattenkraft). Företaget uttrycker samtidigt en osäkerhet över hur mycket marknaden är beredd att betala för ”grön” mineralgödsel. Ytterligare en väg framåt är att införa krav på att lantbrukare ska använda mineralgödsel med låga utsläpp (BAT). Om en sådan regel införs nationellt behöver lantbrukarna kompenseras för extra kostnader, för att inte få en försämrad konkurrenssituation på den globala marknaden för livsmedel. Sedan några år tillbaka finns också branschinitiativ, till exempel Lantmännens odlingskonceptet Klimat & Natur som ställer krav på att leverantörer ska använda gödselmedel med låga utsläpp.

Forskningsbehov

»Långliggande fältförsök, där små årliga skillnader i kolinlagring mellan olika behandlingar ackumuleras över tid, är därför oerhört viktiga för att utvärdera långsiktiga effekter.«

För att kunna uppnå dessa effekter avseende ökad produktivitet och tekniska förbättringar förutsätts fortsatt forskning, utveckling och innovation som lantbrukarna kan ta till sig och använda i produktionssystemet. Några av de områden som är av betydelse för att den önskade utvecklingen ska uppnås listas här nedan.

Markbördighet och kolinlagring

- **Djupplöjning** är en engångsåtgärd för att öka inlagringen av kol i alven. Genom att bruka ner mullhaltig matjord i alven är förhoppningen att det ger en mer långvarig kolinlagring, samtidigt som inlagringen i matjordslagret kan öka ytterligare. Kunskapsläget är dock fortfarande osäkert, och denna åtgärd behöver studeras ytterligare, inte minst med avseende på markens bördighet. Svenska försök pågår där man försöker öka markbördigheten på platser med kompakt alv genom att blåsa ner stora mängder halm-pellets bakom en alvluckrare. Man förväntar sig att rötterna kan växa djupare och därmed öka både kolhalten, bördigheten och effektiviteten

- **Perenna spannmålsgrödor** har potentialen att öka kolinlagringen genom sina stora rotsystem. Forskning inom detta område pågår bland annat inom projektet ”Perenna grödor – viktiga komponenter till robusta och hållbara produktionssystem?” på Sveriges Lantbruksuniversitet. Fokus är att ta fram sorter anpassade för ett svenskt klimat.

- Pyrolys av restmaterial från jordbruksproduktionen till **biokol** som sedan lagras i jorden har potentialen att öka kolinlagringen långsiktigt och att förbättra bördigheten. Pyrolys innebär att biologiskt material upphettas och förångas under begränsad tillgång till syre. Det krävs livscykelanalyser i varje enskilt fall som analyserar huruvida hela processen kopplad till biokolsproduktionen innebär en nettokälla eller nettosänka av koldioxidutsläpp. I vissa fall kan det vara bättre att ersätta fossilt kol med pyrolyserad biomassa i industriella processer och material eller som energikälla än att gräva ner biokolen i jorden. Forskningen visar att tillförsel av biokol till jordbruksmark generellt höjer markbördigheten i tropiska jordar medan effekten är mycket mindre i unga jordar som de som finns i Sverige. I Hammenhög i Skåne används värmen från en pyrolysanläggning till att värma en närbelägen spannmålstork och till fjärrvärme i en stor del av samhället.

- Eftersom det totala kolförrådet i marken är stort tar det lång tid innan små effekter av olika åtgärder för att öka kolinlagringen blir mätbara. **Långliggande fältförsök**, där små årliga skillnader i kolinlagring mellan olika behandlingar ackumuleras över tid, är därför oerhört viktiga för att utvärdera långsiktiga effekter. Flödesmätningar av främst lustgasavgång från åkermark kompletterar bilden av nettoeffekter av olika markanvändning.

PROJEKT FÖR FRAMTIDEN

Agtech 2030 (Linköpings universitet, Agroöst)
Projekt inom ramen för Tillväxtverkets branschspecifika Vinnväxtprogram med fokus på att utveckla ett regionalt jordbrukstekniskt centrum i Östergötland

Testbädd digitalt jordbruk (RISE)
Syftet med testbädden är att skapa en arena för samarbete kring ny teknik för jordbruket. Genom styrning av insatser samt elektrifiering och automatisering av jordbruksmaskiner kan växthusgasutsläpp minskas kraftigt. Med bättre beslutsstöd genom sensorer och system för databaserade analyser ökar jordbrukets hållbarhet och lönsamhet bland annat genom att använda vatten och insatsmedel smartare.

Greppa Näringen (Jordbruksverket, LRF och länsstyrelserna)
Verksamhet för att uppfylla EU:s kvävedirektiv nitratdirektiv, andra EU-direktiv och nationella miljö- och klimatmål, genom att med information och frivilliga åtgärder förbättra växtnäringsutnyttjande samt minska växtnäringsläckage och förluster av klimatgaser. Verksamheten har under två decennier samlat ytterst värdefulla data på både gårds- och aggregerad nivå, och har i hög grad bidragit till den kraftigt ökade kväveeffektiviteten i svensk växtodling. Inom Greppa Näringen utvecklas också en rad verktyg, bland annat VERA, som är en modell för kartläggning av miljö- och klimatpåverkan genom framtagning av indikatorer.

SLU GroGrund
Nationellt kompetenscentrum för prekompetitiv växtförädling som i en rad projekt med moderna växtförädlingsmetoder tar fram underlag för förädling av grödor med förbättrade resistensegenskaper och anpassade till ett förändrat klimat.

ScanOats
Nationellt industriforskningsprogram med syfte att utveckla konkurrenskraften i värdekedjan för havreprodukter. Skandinavien har unika möjligheter att producera högkvalitativ havre och värdefulla produkter. Exempel på detta är Oatly och Swedish Oat Fiber. En del i programmet är att bland annat med framtagning av nya sorter utveckla resurshushållande produktionssystem. Fokus i programmet är dock mer på nutrition än på klimat.

Green Valleys
EU-projekt vid Århus Universitet i Danmark med partners på Chalmers och SLU i Skara med syfte att utveckla ett bioraffinaderi som delar upp biomassan från en baljväxtrik vall i en protein- och energirik flytande fraktion och en fiberfraktion. Pressaften kan ges till grisar som ett proteinrikt foder som ersätter soja, eller vidareförädlas för livsmedelsändamål. Den fiberrika fraktionen kan antingen användas som grovfoder, energiråvara eller fiberråvara till industriella ändamål.

Fokus på framtagning av nya basdata för att eliminera osäkerheter

- Övergripande projekt som belyser markbördighet och kolinlagring från ett svenskt perspektiv (jämför EU-projektet EJP Soil.Towards Climate Smart Sustainable Management of Agricultural Soils).
- Flödesmätning av lustgas och koldioxid under olika förhållanden för att kunna bedöma variation mellan platser och åtgärder.
- Förlängda inventeringsstudier av mark och gröda med fokus på mätning av biologiska variabler med ny teknik (molekylärbiologisk).

Digitalisering och precision

- Testbäddar för utveckling av mer resurseffektiva produktionssystem

Appendix

Referenser
Bilaga 1: Stora osäkerheter i uppskattningarna av utsläppen
Bilaga 2: Liten ordlista

Referenser

1. Harari, YN 2015. Sapiens: En kort historik över mänskligheten. Natur & Kultur (sv).

2. Emanuelsson, U 2018. Hur många kan marken föda? Biodiverse 2018, sid 16–17. ISSN 1401-5064.

3. Linderholm K. 2018. Sveriges självförsörjningsgrad – energi till människor och motorer från svenskt jordbruk 2017–2018. Silvberg Miljöteknik 2018.

4. Jordbruksverkets statistikdatabas, Jordbruksverket 2019.

5. Regeringskansliet 2017. Vision och mål för livsmedelsstrategin, Åtgärdspaket 1, 2 och 3. https://www.regeringen.se/regeringens-politik/en-livsmedelsstrategi-for-jobb-och-hallbar-tillvaxt-i-hela-landet/

6. Ds 2017:66 Säkerställandet av en nödvändig försörjning (Försvarsberedningen).

7. Ahlgren, S et al 2010. Det svenska jordbrukets framtida drivmedelsförsörjning. JTI-rapport. Lantbruk & industri. Uppsala: JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik.

8. Börjesson, P 2016. Potential för ökad tillförsel och avsättning av inhemsk biomassa i en växande svensk bioekonomi. Report No 97, Environmental and Energy Systems Studies, Lund University

9. Jordbruksverket 2018. Hur kan den svenska jordbrukssektorn bidra till att vi når det nationella klimatmålet? Jordbruksverket rapport 2018:1.

10. Baky, A et al 2013. Sveriges primärproduktion och försörjning av livsmedel – möjliga konsekvenser vid en brist på tillgänglig fossil energi. Lantbruk & Industri nr 410. Uppsala: JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik.

11. Statistiska meddelanden JO 19 SM 1802. 2018. Jordbruksverket.

12. OECD 2018. Innovation, Agricultural Productivity and Sustainability in Sweden. Food and agricultural reviews. OECD Publishing, Paris.

13. Jordbruksverket 2018. Förutsättningar för den gemensamma jordbrukspolitiken 2021–2027. Utkast till SWOT.

14. FAO Report. Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector. A Life Cycle Assessment, sid 32 och 50.

15. Rapport ”Hur liten kan livsmedelsproduktionens klimatpåverkan vara år 2050?” SJV, Livsmedelsverket, Naturvårdsverket

16. Lesschen, J.P. et al 2011. Greenhouse gas emission profiles of European livestock sectors. Animal Feed Science and Technology, Vol 166–167, June 2011, pp 16–28.

17. Naturvårdsverket 2018. Miljöpåverkan från svensk konsumtion – nya indikatorer för uppföljning. Slutrapportering för forskningsprojektet PRINCE. Rapport 6842

18. Stenberg, B 2016. Fältvariationer i höstvete – kan skördepotentialen utnyttjas bättre? Faktablad SLU.

19. Trädgårdsundersökningen 2018. Kvantiteter och värden avseende 2018 års produktion.

20. Jordbruksverket 2012. Ett klimatvänligt jordbruk 2050. Rapport 2012:35.

21. Searchinger, T et al 2018. Assessing the Efficiency of Changes in Land Use for Mitigatiung Climate Change. Nature vol 564 2018, pp 249–264.

22. chalmers.se 2019. /en/departments/see/news/Pages/Organic-food-worse-for-the-climate.aspx

23. EU-kommissionen 2018. Evaluation study of the impact of the CAP on climate change and greenhouse gas emissions. EU-kommissionen, generaldirektoratet för jordbruk och landsbygdsutveckling.

24. AgriFood Economics Centre 2017. Impact of direct payments. Lessons for CAP post-2020 from a quantitative analysis. Rapport 2017:2.

25. Naturvårdsverket 2011. Miljöeffekter av EU:s jordbrukspolitik. Syntes av 18 rapporter. Naturvårdsverket rapport 6461, 2011.

26. IPCC 2019. Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse gas fluxes in Terrestrial Ecosystems.

27. World Resources Institute 2019. Creating a Sustainable Food Future. A Menu of Solutions to Feed Nearly 10 billion People by 2050.

28. Bolinder, Freeman och Kätterer. 2017. Sammanställning av underlag för skattning av effekter på kolinlagring genom insatser i Landsbygdsprogrammet.

29. Fuss S. et al 2018. Environmental Research Letter 13 (2018) 063002

30. Jordbruksverket 2018. Återvätning av organogen jordbruksmark som klimatåtgärd. Jordbruksverkets Rapport 2018:30

31. Kätterer T. et al 2011. Roots contribute more to refractory soil organic matter than above-ground crop residues, as revealed by a long-term field experiment. Agriculture, Ecosystems and Environment 141: 184-192.

32. Henryson K. et al 2018. Accounting for long-term soil fertility effects when assessing the climate impact of crop cultivation. Agricultural Systems 164: 185–192

33. Kätterer T. et al 2012. Strategies for carbon sequestration in agricultural soils in northern Europe Acta Agriculturae Scand Section A.

34. Poeplau C. et al. 2015. Positive trends in organic carbon storage in Swedish agricultural soils due to unexpected socio-economic drivers. Biogeosciences 12: 3241–3251

35. Hadden D., Grelle A. 2017. The impact of cultivation on CO2 and CH4 fluxes over organic soils in Sweden. Agriculture and Forest Meteorology 243, 1-8.

36. Meurer K.H.E. et al 2018. Tillage intensity affects total SOC stocks in boreo-temperate regions only in the topsoil—A systematic review using an ESM approach. Earth-Science Reviews 177: 613–622

37. Ahlgren, S. et al. 2017. Biodrivmedel och markanvändning i Sverige. Miljö- och energisystem, LTH, Lunds universitet.

38. Björnsson, Prade et Lantz 2016. Åkermark som kolsänka. Sammanfattning av ett forskningsprojekt vid Lunds Tekniska Högskola.

39. Energigas Sverige 2018. Förslag till Nationell Biogasstrategi 2.0.

40. Energimyndigheten 2018. Läget på energimarknaderna. Biodrivmedel och fasta biobränslen.

41. Börjesson, P. et al 2016. Knowledge Centre for Renewable Transportation Fuels 2016. Rapport 2016:03. Dagens och framtidens hållbara biodrivmedel – i sammanhang.

42. Olofsson, J 2016. Knowledge Centre for Renewable Transportation Fuels 2016. Rapport 2016:01. Nedlagd åkermark för biomassaproduktion – kartläggning och potentialuppskattning.

43. Lantbrukarnas Riksförbund 2017. Bioråvara till drivmedel. Enheten för energi och miljö.

44. Jordbruksverket 2008. Rapport 2008:7. Kartläggning av mark som tagits ur produktion.

45. Jordbruksverket 2018. Statistiska meddelanden JO 10 SM 1802.

46. Pål Börjesson 2019, e-post.

47. Dijkstra, J et al 2018. Short communication: Antimethanogenic effects of 3-nitrooxypropanol depend on supplementation dose, dietary fiber content, and cattle type Journal of Dairy Science, Volume 101, Issue 10, October 2018, Pages 9041–9047

48. Bioenergiportalen 2019

49. Börjesson P. et al. 2013. Dagens och framtida hållbara biodrivmedel. Underlagsrapport från f3 till Utredningen om FossilFri Fordonstrafik (SOU 2013:84). f3-rapport 2013:13, Svenskt Kunskapscenter för Förnybara Drivmedel

50. Ahlgren, S 2018. Markanvändningen i vårt jordbruk – vad betyder den för maten och klimatet? Powerpoint presenterad på KSLA 5 dec 2018 på seminarium

51. Borring, P 2019. LRF Östergötland satsar fossilfritt. Jordbrukaren.se 2019.

52. energigas.se 2019. Fakta om gas/Biogas/Statistik om biogas

53. Energimyndigheten 2018a. Omvärldsbevakning-biodrivmedelsmarknaden. Promemoria rörande biodrivmedelsmarknaden i Sverige och i världen.

54. Energimyndigheten, 2018b. Kontrollstation 2019 för reduktionsplikten. Reduktionspliktens utveckling 2021–2030.

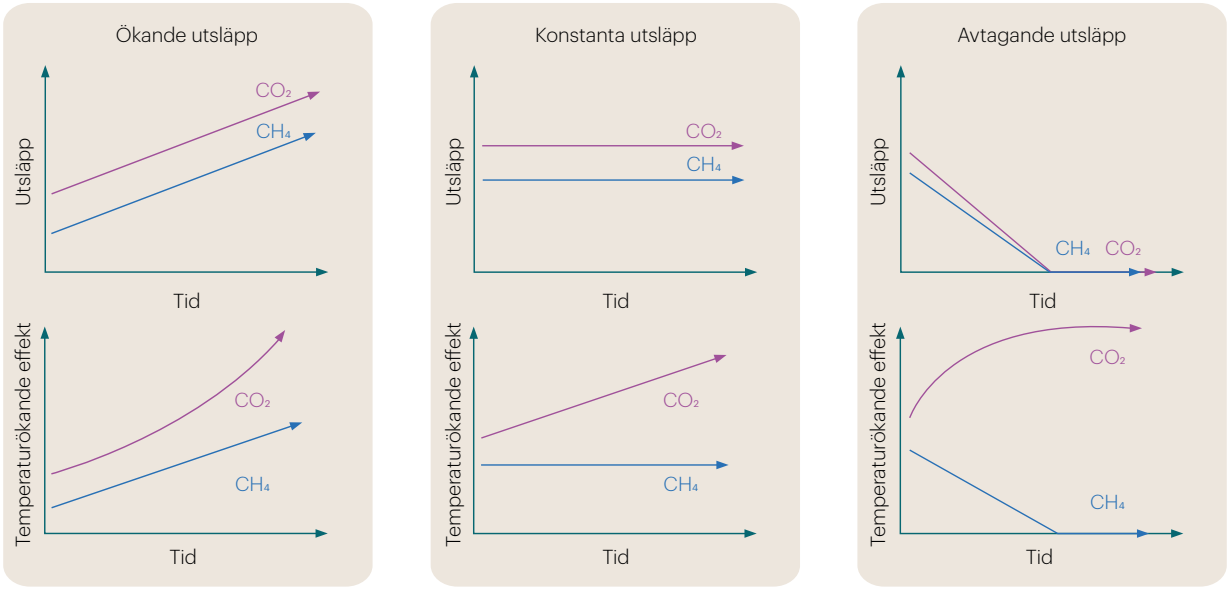
Bilaga 1: Stora osäkerheter i uppskattningarna av utsläppen

Jordbrukets utsläpp domineras av biologiska processer som är diffusa till sin karaktär och där utsläppen påverkas av exempelvis temperatur- och nederbördsförhållanden. Eftersom man inte kan mäta utsläppen beräknas utsläppen med hjälp av emissionsfaktorer. Dessa är behäftade med stor osäkerhet.

Utsläppen av metan från fodersmältningen räknas ut från djurantal, och en rad emissionsfaktorer som varierar mellan djurslag. Utsläppen av metan och lustgas från lagring av stallgödsel sker på ett liknande sätt. Lustgasemissioner från åkermark beräknas från mängden tillfört kväve (en procent lustgaskväve av total mängd tillfört kväve). Mängden tillfört mineralgödselkväve baseras på försäljningsstatistik medan mängden kväve från stallgödsel baseras på antal djur av varje djurslag. Mängden kväve i skörderester beräknas med hjälp av skördestatistik och arealer för olika grödor samt grödspecifika parametrar som beskriver andel skörderester relativt skörd samt kväveinnehåll för de växtrester som lämnas kvar i fält. Beräkningarna av utsläppen av koldioxid från kalkade jordar baseras på statistik av mängden använd kalk.

Utsläpp och upptag av koldioxid från jordbruksmark bokförs inte inom jordbrukssektorn utan ligger under markanvändningssektorn (LULUCF). Beräkningarna skiljer för

Figur 12: Effekt av klimatgaser över tid (se nedan för förklaring).



olika marktyper. Förändringar i markkolet för åkermark beräknas för mineraljordar genom modellberäkningar med ICBM-modellen baserat på skördestatistik för olika grödtyper, dessa grödors arealer, gödseldata, väderdata och marktyp. Utsläpp och upptag av kol till och från betesmark på mineraljordar samt i form av dött organiskt material i betesmark baseras på markprovtagningar inom Riksskogstaxeringen och markinventeringen. Utsläpp och upptag i levande biomassa beräknas från inventeringar av träd på åker- och betesmark inom Riksskogskarteringen. Utsläppen från organogen åker- och betesmark räknas ut baserat på areal och emissionsfaktorer som grundar sig på ett fåtal studier i de nordiska länderna.

Olika modeller för beräkning av växthusgasers effekt

Inom klimatrapporteringen används Global Warming Potential (GWP) för att jämföra växthusgasers styrka. Detta gör man eftersom växthusgaser är olika starka och att de har olika långa uppehållstider i atmosfären. Mängden utsläpp av andra växthusgaser än koldioxid räknas därför om till koldioxidekvivalenter (CO2e). På kort sikt (1 år) är metan en 120 gånger starkare växthusgas än koldioxid, men eftersom metan har en mycket kortare livslängd blir den sammanlagda klimatpåverkan sett över 20 år (GWP-20) 84 gånger starkare än koldioxid och över 100 år (GWP-100), 28 gånger starkare. En sådan jämförande faktor kallas metrik och det är metriken GWP-100 som används inom klimatrapporteringen.

Men det finns också andra metriker. En sådan metrik utgår från den faktiska effekten ett utsläpp av en växthusgas har på temperaturen efter exempelvis 20 eller 100 år. Denna metrik kallas för Global Temperature Potential (GTP). Eftersom koldioxid stannar i atmosfären i hundratals år medan metanet bryts ner inom tiotalet år innebär det att GTP för metan efter hundra år (GTP-100) bara blir 4 gånger högre än för koldioxid.

Skillnaden mellan metan och koldioxid som växthusgas innebär att om utsläppen av båda växthusgaserna ökar linjärt så ökar temperaturen linjärt med utsläppen av metan

medan temperaturökningen orsakad av koldioxidutsläppen ökar exponentiellt (se Figur 12). Vid konstanta utsläpp blir nettoklimateffekten av metan noll medan temperaturökningen orsakad av utsläppen av koldioxid ökar linjärt. En linjär minskning av metanutsläppen ger en linjärt minskande temperatur medan för koldioxid innebär minskade utsläpp bara att temperaturökningen avtar. Om (eller när) utsläppen av koldioxid når noll kvarstår effekten av den koldioxid som redan släppts ut och ackumulerats i atmosfären i hundratals år.

Att använda GWP-100 innebär att man överskattar metans klimatpåverkan över lång sikt, medan GTP-100 istället underskattar den effekt metan har på dagens klimat. På motsvarande sätt underskattar GWP-100 effekten av drastiskt minskade utsläpp av metan medan denna metrik underskattar effekten av ökade utsläpp. Ett förslag på en metrik för att komma undan denna problematik har föreslagits av Allen m fl (2018), kallad GWP*. I denna metrik tar man hänsyn till den kumulativa effekten av utsläppen av metan, vilket gör att man får olika värden för GWP* beroende på om utsläppen är konstanta, minskar eller ökar.

Bilaga 2: Liten ordlista

Antropogen: Av människan genererad.

Biobaserad: Baserad på biologiskt bildat råmaterial (från växter, djur eller mikroorganismer).

Biogen: Genererat från biologiska processer.

Biokol: Kol framställt genom ofullständig förbränning vid brist på syre (exempelvis träkol). Binder kemiskt olika ämnen. Biokol har beroende på sitt ursprung ofta en porös struktur med en hög bindningsförmåga som påminner om lermineral.

Ekologisk produktion: Produktion certifierad enligt EU-förordning 2018:848.

Integrerad produktion: Odlingssystem som använder sig av både förebyggande, mekanisk, biologisk och kemisk ogräsreglering och växtskydd.

Kolinlagring: Bindning av kol med fysikaliska, kemiska eller biologiska metoder.

Kolsänka: Process eller metod som innebär bindning av kol från atmosfären. Se kolinlagring.

Precisionsodling: Växtodling med tillämpning av metoder som tar hänsyn till platsgivna förutsättningar. Grunden är orientering med hjälp av geografiska positioneringssystem (GPS) och styrning via styrfiler eller sensorer för ökad precision i placering av exempelvis växtnäring eller växtskydd.

Primärproduktion: Produktion i jordbruk och trädgårdsnäring (primärled) innefattande råvaror för foder, livsmedel och biobaserad industri

Produktivitet: Mått på utbyte i förhållande till insats av enskilda eller flera resurser. I jordbruket används av hävd areal och arbetstid som begränsade resurser, men även växtnäring och utsläpp av växthusgaser per producerad enhet.

Substitution: Ersättning. I denna rapport avses främst utbyte av fossila eller begränsade råvaror mot biobaserade och förnybara.

Träda, trädesmark: Med träda avses mark som upprätthålls som odlingsmark men inte används för produktion. Tidigare var träda vanligt för att genom mineralisering ackumulera frigjord växtnäring till efterkommande gröda. Idag trädas mark främst för att anpassa till växtföljd eller komma tillrätta med ogräsproblem.

Återvätning: Avser höjning av grundvattennivån på organogena jordar till en nivå där nedbrytning av organiskt material bromsas eller helt upphör. Ofta rör det sig om att återställa dikningsåtgärder som en gång vidtogs för att få tillgång till ny odlingsmark.

Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien är en fristående akademi med uppgift att främja tekniska och ekonomiska vetenskaper samt näringslivets utveckling. I samarbete med näringsliv och högskola initierar och föreslår IVA åtgärder som stärker Sveriges industriella kompetens och konkurrenskraft. För mer information om IVA och IVAs projekt, se IVAs webbplats: www.iva.se.

Utgivare: Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA), 2019
Box 5073, SE-102 42 Stockholm
Tfn: 08-791 29 00

Inom ramen för IVAs verksamhet publiceras rapporter av olika slag. Alla rapporter sakgranskas av sakkunniga och godkänns därefter för publicering av IVAs vd.

IVA-M 508
ISSN: 1100-5645
ISBN: 978-91-7082-990-1

Projektledning: Ingrid Rydberg, KSLA
Text: Lennart Wikström, KSLA
Redaktör: Camilla Koebe, IVA
Illustrationer: Moa Sundkvist
Layout: Anna Lindberg & Pelle Isaksson, IVA
Tryck: EO Grafiska

Denna rapport finns att ladda ned via www.iva.se

IVA

Kungl. IngenjörsVetenskaps Akademien

i samarbete med

ABB
ENERGI FÖRETAGEN
ENERGIGAS SVERIGE
fortum
IFMETALL
Jernkontoret
LKAB
MISTRA
Stiftelsen för miljöstrategisk forskning
NIB
NORDIC INVESTMENT BANK
PARKERING GÖTEBORG
SIEMENS
SVENSKT NÄRINGSLIV
SÖDRA
Teknikföretagen
Tekniska verken
VATTENFALL
VOLVO