

Appendix 4.1

Baslinjescenario, additionalitet och läckage

v1.1

Innehållsförteckning

Baslinjescenario, additionalitet och läckage	1
Baslinjescenario	1
Att kvantifiera nettoytan av en kolinlagrande aktivitet	1
Nettonytta i Svensk Kolinlagrings program	2
CRbaseline	2
CRtotal	2
GHGincrease	3
Varför räknar vi standardpraxis från 50 % implementering?	3
Vad är standardpraxis i Sverige kopplat till kriterierna?	3
Ger Svensk Kolinlagrings program nettonytta?	6
Additionalitet	6
Läckage	8
Direkt läckage	8
Indirekt läckage	8
Kvantifiering av växthusgaser i jordbrukssammanhang	9
Vägen framåt	11
Referenser	12

Baslinjescenario, additionalitet och läckage

Syftet med detta dokument är att beskriva baslinjescenariot som Svensk Kolinlagrings program utgår ifrån vid generering av kolkrediter, samt mer detaljerat beskriva hur programmet hanterar additionalitet och läckage. Behovet att ta fram detta dokument framkom under remissrundan som följde lanseringen av Svensk Kolinlagrings programbeskrivning och appendix, v.1.0.

Baslinjescenario

Ett baslinjescenario är en beskrivning av hur framtiden ser ut om vi fortsätter precis som vi gör idag. Vid generering av kolkrediter kan effekten av en kolinlagrande aktivitet kvantifieras på olika sätt, men nyttan av den kolinlagrande aktiviteten ska vara större än om aktiviteten inte hade genomförts. Det vill säga att nyttan ska överstiga baslinjescenariot.

Vi har valt att sätta programmets baslinjescenario efter vad som kan räknas som business-as-usual på åkermark i Sverige. Genom att jämföra tillgänglig nationell statistik med Svensk Kolinlagrings fyra kriterier¹ kan vi dra slutsatser om huruvida införandet av våra kriterier överstiger vad som är standard för svenska jordbruk, för att säkerställa att programmet skapar en netto-nytta.

Vår analys, som presenteras i detta dokument, visar att programmets kriterier var för sig uppfylls i en relativt liten skala på svensk åkermark idag. **För att kolkrediter ska genereras inom programmet ska inte bara ett kriterium, utan 3 av 4 kriterier uppfyllas på varje fält, varje år, fem år i rad. Detta styrker kolkrediternas additionalitet.**

Att kvantifiera nettoytan av en kolinlagrande aktivitet

EU-kommissionen presenterar i sitt förslag "Union certification framework for carbon removals"² följande formel för att avgöra om en kolinlagrande aktivitet ger nettoytta:

$$\text{Net carbon removal benefit} = \text{CR}_{\text{baseline}} - \text{CR}_{\text{total}} - \text{GHG}_{\text{increase}} > 0$$

$\text{CR}_{\text{baseline}}$ är kolinlagring under baslinjescenariot, också kallat business-as-usual.

CR_{total} är den totala kolinlagringen som skapats av den kolinlagrande aktiviteten.

$\text{GHG}_{\text{increase}}$ är ökningen av direkta och indirekta växthusgasutsläpp som är kopplade till aktiviteten, och som härstammar från tekniska och antropogena källor, alltså utsläpp som inte är kopplade till den biogena kolpoolen.

Exempel är utsläpp kopplade till traktorkörning eller tillverkning av den mängd mineralgödsel som sprids på åkrarna.

¹ Svensk Kolinlagrings appendix 3 *Principer och kriterier*

² European Commission (2022)

I formeln ska inlagring anges som negativ (-) och utsläpp som positiv (+), i enheten ton koldioxidekvivalenter.

Nettonyttan i Svensk Kolinlagrings program

Nettonyttan som kolinlagrande aktiviteter inom Svensk Kolinlagrings program skapar säkerställs genom insamling av data baserat på formeln från EU-kommissionen. Nedan beskrivs variablerna mer i detalj samt hur variabeln hanteras inom Svensk Kolinlagrings program.

$CR_{baseline}$

Baslinjescenariot ska motsvara inlagringen som orsakas av jämförbara aktiviteter vid liknande sociala, ekonomiska, miljömässiga och tekniska omständigheter, samt ta hänsyn till geografisk påverkan.

Svensk Kolinlagrings program är åtgärdsbaserat, vilket innebär att vi verifierar att åtgärder har genomförts på fält. Eftersom liknande sociala, ekonomiska, miljömässiga och tekniska omständigheter råder i Sverige nationellt är vår bedömning att baslinjenivån i Svensk Kolinlagrings program bör motsvara standardpraxis i Sverige för åkermark på mineraljordar³. Geografiskt har medverkande gårdar varierande förutsättningar eftersom de är utspridda i Sverige och därmed tillhör olika växtzoner. För oss är det viktigt att alla svenska gårdar kan gå med i programmet och därför är kriterierna också anpassade efter dessa olika förutsättningar. Exempelvis är snötäckt mark accepterat för kriteriet gällande marktäckning. Läs mer om våra kriterier under rubriker nedan samt i appendix 3 *Principer och kriterier*.

Vi jämför nationell data som visar andelen åkermark som uppfyller våra kriterier med vårt val av gräns för standardpraxis, det vill säga att mer än 50 % av all åkermark på mineraljord uppfyller 3 av 4 av våra kriterier (läs mer om varför vi valde en gräns på 50 % under rubriken längre ned). Notera att eftersom det inte finns nationell data över precis detta så använder vi den data som finns och gör vissa antaganden med hänsyn till nuvarande och framtida praxis. Det är rimligt att anta att 3 av 4 kriterier på varje fält, varje år, i fem år, uppfylls i mindre utsträckning än för varje enskild indikator, beskriven under rubriken "Vad är standardpraxis i Sverige kopplat till kriterierna?" längre ner.

CR_{total}

Inlagringen som skapas av kolinlagrande aktiviteter i Svensk Kolinlagrings program är satt utifrån ett forskningsbaserat schablonvärde på 330 kg kol per hektar och år, motsvarande 1,2 ton koldioxidekvivalenter. Läs forskningshänvisning för kolschablonen i appendix 5 *Kolschabloner och policies för kol*.

³ Organogena jordar kan inte ingå i vårt Kolkreditpaket eftersom utsläppen från dessa typer av jordar är så stora. Däremot kan de ingå i Transformationspaketet med återvätning som åtgärd.

Svensk Kolinlagring samlar in primärdata kopplat till relevanta utsläpp av direkta och indirekta växthusgaser från tekniska och antropogena källor årligen. Fältspecifika data samlas in för de fält som ingår i programmet, liksom relevant data på verksamhetsnivå. Exempel på datatyper innefattar direkt energianvändning och mängd insatsvaror som använts såsom drivmedel och konstgödsel. På så sätt kontrollerar vi att åtagandet om minskade växthusgasutsläpp på verksamhetsnivå under avtalsperioden uppfylls.

Varför räknar vi standardpraxis från 50 % implementering?

Andra program för kolinlagring sätter idag gränsen för vad de räknar som standardpraxis till en implementeringsgrad av mellan 20–50 %. Implementeringsgraden innebär då en tillämpning av enskilda åtgärder, exempelvis etablering av mellangrödor eller att upphöra med plöjning.

Vi har valt att sätta implementeringsgraden till 50 % för standardpraxis, där verksamhetskriterier och 3 av 4 fältkriterier uppfylls varje år, på varje fält, fem år i rad. Detta förutsätter en väsentlig omställning av bruksmetoder och odlingsystem. Vårt mål är en transformation av svenskt jordbruk till kolinlagrande, agroekologiska metoder med mervärden som inkluderar vattenhållande förmåga, jordhälsa och biologisk mångfald. För att tackla klimatförändringar och förlust av biologisk mångfald krävs ett systemperspektiv där vi inte kan anse oss ha nått vårt mål innan minst hälften av Sveriges jordbrukare ställt om. När vi har nått 50 % implementeringsgrad i Sverige kan vi säga att det kolinlagrande jordbruket blivit standardpraxis.

Vad är standardpraxis i Sverige kopplat till kriterierna?

Nedan följer Svensk Kolinlagrings kriterier med redogörelse av tillgänglig nationell data för respektive kriterium och våra slutsatser.

- *Grön mark:* Levande grödor på fält och minst 70 % marktäckning mer än 10 månader per år. Behöver ej vara en sammanhållande period. Snötäckning är godkänt.

I Götaland är det krav på att jordbrukare ska ha höst- och vinterbevuxen mark på en viss andel av sin åkermark, 50–60 % beroende på län. Detta täcker alltså inte all mark som en jordbrukare har och innebär att 40–50 % av jordbrukarens arealer potentiellt sett kan lämnas bara. Utöver detta får många grödor brytas redan den 10:e (i Östergötlands, Kronobergs, Jönköpings, Kalmar, Gotland och Västra Götalands län) respektive den 20:e oktober (i Hallands, Skåne och Blekinge län) vilket ger bar mark mellan datumet grödan bryts och vårbruket. Dessa arealer utgjorde sammanlagt cirka 1 560 600 hektar år 2022, motsvarande 61 % av den svenska åkermarken samma år⁴. Samma datum gäller för brytning av fånggröda (se nedan). Detta ger i de allra flesta

⁴ Jordbruksverkets statistikdatabas.

fall en period med grön mark som är kortare än 10 månader och uppfyller därför inte Svensk Kolinlagrings kriterium för *Grön mark*.

Indikationer på faktisk marktäckning nationellt får vi från statistik över areal åkermark som sökt och fått beviljat stöd för fånggrödor hösten 2019⁵; nämligen 72 500 hektar. Detta utgör 3,8 % av den stödberättigade arealen åkermark, alltså åkermark som klassas att ligga inom nitratkänsliga områden⁶. Då 73 % av Sveriges totala jordbruksareal år 2019 låg inom den stödberättigade jordbruksarealen (nitratkänsliga områden), motsvarar detta 2,8 % av totalen åkermark. Utifrån detta är det rimligt att anta att fånggrödor inte odlades på mer än 50 % av den totala arealen jordbruksmarken i Sverige.

Även jordbrukare utanför nitratkänsliga områden använder sig av fång- och mellangrödor men det finns ingen tillgänglig nationell statistik för detta. Vi kan alltså anta att andelen jordbruksareal som har haft antingen fång- eller mellangrödor är högre än 2,8 %, men väl under 50 %. Därtill är det få jordbrukare som har fång- och mellangrödor liggande så länge att marken är täckt 10 månader om året eftersom Jordbruksverket tillåter brytning redan i oktober. Vi kan därför anta att kriteriet *Grön mark* inte är standardpraxis.

- *Diversitet*: Odlade växtarter från minst 4 olika släkten per år (inklusive huvudgröda).

Vid odling av en bra, divers vall är det möjligt att uppnå minst 4 släkten per år och fält, och därmed uppfylla *Diversitetskriteriet*. År 2022 odlades vall och grönfoderväxter⁷ på 1 110 000 hektar åkermark, motsvarande 44 % av den totala åkermarken⁸. Detta understiger 50 % och dessutom beskriver inte datan antalet släkten.

Om vi tittar på stödberättigade fånggrödor, får dessa vara insådda i eller efter skörd av huvudgrödan och endast bestå av följande arter: vallgräs och vallbaljväxter, rättika, oljerättika eller vitsenap, och i vissa fall höstråg eller westerwoldiskt rajgräs⁹. År 2019 var vallgräs den vanligaste fånggrödan som stöd söktes för inom nitratkänsliga områden, 56 %, följt av oljerättika/rättika, 26 %.

Det innebär att totalt 82 % av fånggrödan potentiellt endast innebar ett extra släkte utöver huvudgrödan, och inte tre extra, vilket krävs för att kriteriet ska uppfyllas. I och med att statistiken gäller "vallgräs" och inte anger vilka släkten detta innefattar så är det exakta antalet

⁵ SCB (2019)

⁶ År 2019 var totala areal åkermark i Sverige 2 551 500 hektar. Av dessa låg 1 923 005 hektar, motsvarande 75 %, inom nitratkänsliga områden. Hektar åkermark inom nitratkänsliga områden är beräknat genom GIS-analys av data från Jordbruksverkets Blockdatabas år 2019 för åkermarkens areal samt areal nitratkänsliga områden. För beräkning av åkermarkens areal togs grödkoderna 51–56 och 61 bort vilka innefattar olika typer av permanent bete.

⁷ I vall- och grönfoderväxter ingår majs, grönfoder samt slätter- och betesvall.

⁸ Observera att statistiken gäller all åkermark: både på mineraljordar och organogena jordar.

Jordbruksverket (2022)

⁹ Länsstyrelsen Västra Götaland (2023)

slakten okänt. Ändock stödjer dessa uppgifter att vårt diversitetskriterium inte är standardpraxis. Notera att även här omfattar statistiken endast arealer med miljöersättning för minskat kväveläckage (73 % av total jordbruksareal), alltså arealer inom nitratkänsliga områden.¹⁰

- *Marktäckning året om*: Mer än 90 % marktäckning under 12 månader (inkluderar skörderester och annat dött material).

Statistik över jordbearbetning finns att tillgå från år 2019¹¹. Där står: "plöjning eller en kombination av plöjning och stubbearbetning är [...] den dominerande odlingsåtgärden för att förbereda marken inför sådd av vårkorn och havre. För höstspannmål, vårkorn och havre var det endast en marginell andel av arealen som direktsåddes." Statistiken visar endast data för höstspannmål, vårkorn och havre vilket utesluter mycket annat som växer på våra åkrar. Det man kan utläsa är att vårbearbetning i mars/april och maj skedde på ca 25–30 % av grödarealen för vårkorn för 2016 och 2019. För havre skedde vårbearbetning under samma tid på runt 25 % av grödarealen för både 2016 och 2019. Alltså är vårbearbetning för dessa grödor inte standardpraxis. De flesta plöjer från augusti till oktober för vårkorn och havre, och om de inte sår fånggrödor eller liknande ligger fältet bart till våren. 2016 och 2019 var det vanligast att låta slåttervallarna ligga 1 eller 2 år (46 %), endast 18 respektive 19 % låg i 3 år. Långliggande slåttervallar (mer än 4 år) tillhör inte standardpraxis och därför inte heller kriteriet om *Marktäckning*.

- *Tillväxt*: Kontinuerlig fotosyntes som ger livskraftig tillväxt av biomassa under växtsäsong.

Med krav på kontinuerlig fotosyntes är detta kriterium sammankopplat med kriterierna för *Grön mark* och *Marktäckning året om*, och har därför samma statistiska underlag för vår bedömning. På systemnivå möjliggör detta kriterium också en maximering av kolinlagringen. Har vi *Grön mark* 10 månader om året, ökar *Diversiteten* och om även kriteriet *Marktäckning* året om uppfylls så har vi också förutsättningarna för att maximera *Tillväxt* på åkrarna.

Centralt för detta kriterium är att maximera fotosyntesen istället för mätvärdet "mängd skörd", vilket skulle kunna leda till att jordbruket måste fortsätta producera samma gröda som i nuläget. Vi vill också bredda fokus från huvudgrödan, och lyfta fördelarna med exempelvis samodling och maximering av flera typer av växter under en längre period. Slutligen säkerställer detta kriterium att jordbruksmark inte får som huvudsyfte att lagra in kol istället för att producera mat.

¹⁰ SCB (2019)

¹¹ SCB (2019)

Ger Svensk Kolinlagrings program netto nytta?

Sammanfattningsvis drar vi slutsatsen att eftersom sannolikt inget av våra fyra kriterier idag är standardpraxis, är inte heller olika kombinationer av 3 av 4 kriterier, på varje fält, varje år, standardpraxis. Alltså överstiger programmets baselinescenario svensk standardpraxis.

Men hur stor kolinlagring skapar svensk standardpraxis, på åkermark som utgörs av mineraljord? Under 1990 till 2021 har svensk åkermark på mineraljordar i snitt haft ett nettoupptag på en halv miljon ton koldioxidekvivalenter per år.¹² För tidsperioden 1990 - 2020 var arealen åkermark på mineraljordar i genomsnitt 2 693 000 hektar vilket ger ett genomsnittligt nettoupptag av 0,19 ton koldioxidekvivalenter per hektar och år. Alltså är $CR_{baseline} = 0,19$ ton CO₂ekv per hektar och år.

Uppfyllnad av 3 av 4 kriterier på fältnivå bedömer vi leder till en additionell inlagring av 330 kg kol per hektar och år vilket motsvarar 1,2 ton koldioxidekvivalenter per hektar och år. $CR_{total} = 1,2$ ton CO₂ekv per hektar och år.

Eftersom medverkande gårdar också förbinder sig att minska sina tekniska och antropogena utsläpp över programperioden så är $GHG_{increase} = 0$.

Net carbon removal benefit, det vill säga netto-nyttan = $CR_{baseline} (-0,19) - CR_{total} (-1,2) - GHG_{increase} (0) > 0$,
 $-0,19 + 1,2 - 0 = 1,1$, vilket är större än 0.

Svensk Kolinlagrings program och kolkredit skapar således netto-nytta.

Additionalitet

För att en kolkredit ska vara giltig ställs krav på att det ska gå att säkerställa att den har lett till en additionell inlagring av kol - alltså en inlagring som inte hade ägt rum utan de åtgärder som krediten innebär. För att säkerställa detta fokuserar man ofta på att identifiera vad de kolinlagrande åtgärderna ersätter, och på att försöka kvantifiera den additionella inlagringen.

Det man vill räkna ut är nettoinlagringen, alltså den inlagring som de nya (kolinlagrande) åtgärderna genererar minus den inlagring som ägde rum innan åtgärderna infördes samt plus eventuella ökning av växthusgaser som åtgärderna genererar, exempelvis om jordbrukaren kör mer traktor för att utföra de nya åtgärderna jämfört med tidigare Idag kan en sådan nettoinlagring i bästa fall uppskattas för enskilda åtgärder. En stor del utsläpp och inlagring sker i biologiska processer (till exempel fotosyntes och nedbrytning av organiskt material), vilka varierar i hastighet och omfattning i olika regioner, över tid, och för olika produktionssystem.

¹² Naturvårdsverket (2023)

En annan metod för att bedöma additionalitet grundar sig i användning av empirisk data för att säkerställa att de kolinlagrande åtgärderna innebär ett avsteg från "allmän praxis". Genom att titta på allmän praxis, med antaganden kring den inlagring som sker, går det att dra slutsatser kring vilka metoder som skulle leda till en additionell kolinlagring om de införs.

Hur stor del av Sveriges jordbrukare som måste tillämpa en metod (och/eller i vilken utsträckning) för att den ska anses vara allmän praxis är dock inte givet, utan föremål för subjektiv bedömning.

Ta som exempel ett tröskelvärde på 20 % för allmän praxis, där 30 % av jordbrukare tillämpar en kolinlagrande åtgärd men endast på 5 % av sin areal. Om de var berättigade att delta i ett kolinlagringsprogram skulle de tillämpa åtgärden på 50 % av sin mark. Den ytterligare tillämpningen på 45 % skulle vara additionell i praktiken, men skulle inte anses så under "allmän praxis"-metoden. Detta scenario är problematiskt eftersom den ökade omfattningen eller tillämpningen inte är kvalificerad, men sannolikt skulle tillhandahålla ökad kolinlagring.¹³

Metoder som har låg tillämpningsgrad i en region har förmodligen högre marginalkostnader än de som redan praktiseras där, därför krävs troligen större incitament för att de ska tas i bruk, samtidigt är additionaliteten lättare att fastställa. Metoder som redan tillämpas på en del av en gård kommer sannolikt att ha en låg marginalkostnad för ökad tillämpning, men samtidigt blir bedömningen av dess additionalitet svår och kostsam. När tillräckligt många tillämpar en åtgärd överstigs tröskelnivån för allmän praxis. Den kolinlagring åtgärden leder till räknas då inte längre som additionell och kan inte ingå i en kolkredit. Detta gäller då även för de jordbrukare där tillämpningen skulle ha varit verkligt additionell. Resultatet blir en ouppfylld inlagringspotential.

Svensk Kolinlagrings program utgår ifrån allmän praxis för bedömning av additionalitet.

Additionalitet är svårt att bedöma, oavsett metod. Kolinlagring är en långsiktig process, och bedömningar kommer att behöva upprepas eller uppdateras över tid. Och jämförelsen måste alltid göras mot ett hypotetiskt scenario som inte kan observeras.

Additionalitet anses ibland vara en jämförelse av "före och efter". införande av kolinlagrande åtgärder när det istället är en fråga om "med eller utan". "Före"-situationen är fast och observerbar, men "utan"-scenariot kan inte observeras – det är dynamiskt och hypotetiskt. Inlagringsmetoder som är "kostnadseffektiva" (dvs. ett lågt koldioxidpris är tillräckligt för att göra förfarandet attraktivt för markägare) kan ofta vara de förfaranden vars additionalitet sannolikt kommer att förändras med tiden.¹⁴

¹³ Thamo & Pannell (2016)

¹⁴ Thamo & Pannell (2016)

Dessa exempel illustrerar att i en teoretiskt sund programutformning där, deltagande idag är frivilligt, tillräcklig kunskap samt ekonomiskt rimlig och praktiskt användbar teknik för storskalig och tillförlitlig kvantifiering av förändringen av markens kolinnehåll över tid saknas, ersätts inte jordbrukare för den absoluta mängden inlagrat kol utan den ytterligare mängden inlagrad kol relativt baslinjescenariot. Följaktligen bör en jordbrukares enda skyldighet vara ett åtagande till att upprätthålla den ersatta mängden kolinlagring över och utöver vad som annars skulle hänt (vilket kan förändras med tiden), snarare än den absoluta mängden kol som har lagrats in. Detta förblir sant även efter att krediteringen upphört och lagrat kol bibehålls av permanensskäl.

Läckage

Direkt läckage

När det kommer till kolinlagrande jordbruk berör direkt läckage främst ökade växthusgasutsläpp eller minskad inlagring inom gränserna för de fält som ingår i programmet. Exempelvis, om biomassa flyttas från fält som inte deltar i programmet till fält som är inkluderade innebär den ytterligare koltillförsel på inkluderade fält en minskad koltillförsel på övriga fält utanför programmet, där det organiska materialet nu saknas.

Indirekt läckage

Indirekt läckage uppstår när kolinlagrande åtgärder bidrar till ökade mängder externa insatser (av till exempel biomassa som kompost eller naturgödsel från externa källor) eller en betydande genomsnittlig minskning i skördar. Detta kan leda till förändringar i markanvändning utanför de fält som ingår i programmet som för med sig ökade växthusgasutsläpp, på den egna gården eller till och med i andra länder. I en aktuell artikel av Paul et al. (2023) adresseras olika aspekter avseende indirekt läckage, hur vi hanterar dessa inom Svensk Kolinlagrings program beskrivs i följande stycken.

Risken att växthusgasutsläpp flyttas från ett fält till ett annat skulle kunna adresseras genom att ställa krav på att deltagande gårdar anmäler alla sina fält i programmet. Detta skulle dock innebära ett stort och omfattande åtagande och engagemang. För större gårdar och för jordbrukare som är i början av sin omställningsresa skulle denna tröskel kanske vara för hög och i praktiken bli ett hinder för omställningen.

För att undvika indirekt läckage i form av ökade växthusgasutsläpp från externa insatser såsom gödsel och kompost skulle ett program för kolinlagring kunna utformas så att användningen av externa insatser inte får öka eller så att den kolinlagring som externa insatser skapar inte räknas med. Detta blir dock i praktiken mycket svårt att implementera eftersom det inte är möjligt att kvantifiera åtgärdernas respektive inlagring när flera åtgärder tillämpas parallellt.

Om kolinlagrande åtgärder leder till betydande genomsnittliga minskningar i skörd skulle minskad produktion från deltagande fält, i teorin, kunna resultera i åtgärder för ökad produktion på fält utanför programmet, till exempel genom förändrad markanvändning. Indirekt läckage på grund av förändrad markanvändning bör övervägas och adresseras i program för kolinlagrande jordbruk. Idag saknas dock pålitliga modeller för uppskattning av sådant indirekt läckage. Det råder inte heller konsensus kring hur man kan koppla utsläppen (indirekt läckage) till förändringar i markförvaltning.

För att ge upphov till förändrad markanvändning och läckage på fält som inte ingår i programmet skulle en eventuell skördeminskning behöva vara betydande och bibehållas över tid. Försök har visat att det kan finnas ett visst skördebortfall i början av omställningsperioden mot ett kolinlagrande jordbruk, men att skörden sedan ökar över tid till nivåer över grundnivån. Flera globala metastudier underbygger detta, då de har visat att åtgärder såsom varierade växtföljder, mellangrödor, baljväxter och minimerad jordbearbetning på det hela taget inte har en negativ inverkan på skördenivåer, och beroende på förutsättningar även kan öka skörden¹⁵. Högre kolinlagring i åkermark kan istället minska skördebortfall vid ogynnsamma eller extrema väderförhållanden vilket förväntas vara mer frekvent i framtiden på grund av klimatförändringar¹⁶. Sammantaget innebär detta att de kolinlagrande åtgärder som Svensk Kolinlagrings program, principer och kriterier förordar inte bör innebära långsiktiga negativa effekter på skördenivåer.

Skördenivå som mått och indikator medför även andra bedömningsproblem då det förutsätter att samma grödor kontinuerligt ska produceras. Med en omställning till kolinlagrande jordbruksmetoder kan även produktion av nya slags grödor följa, och Svensk Kolinlagrings program fokuserar därför istället på att säkerställa tillväxten av biomassa som kriterium och mått. Vi fortsätter att ha en aktiv dialog med deltagande jordbrukare och övriga intressenter kring observationer, för- och nackdelar med olika metoder, best-practice och den aktuella kunskapsutvecklingen på området. På så vis kan vi tillsammans undvika eventuella negativa effekter samtidigt som vi förbättrar möjligheterna att skapa ett positivt utfall.

Kvantifiering av växthusgaser i jordbrukssammanhang

Så länge jordbruksverksamhet bedrivs kommer vissa utsläpp av lustgas, metan och koldioxid att finnas. Detta gäller framför allt utsläppen av lustgas och metan från växtodling och djurhållning, och i samband med odling på organogena jordar sker stora utsläpp av koldioxid och lustgas.

Kvantifiering av olika växthusgasutsläpp varierar i tillförlitlighet och är överlag associerat med stor osäkerhet. Särskilt när det gäller lustgasutsläpp från åkermark. Metoder för kvantifiering av lustgasutsläpp utgår ifrån den mängd kväve som tillförts marken i form av gödsel och

¹⁵ Pittelkow et al. (2015), Tamburini et al. (2020), Zhao et al. (2022), Beillouin et al. (2021), Tonitto et al. (2006)

¹⁶ Droste et al. (2020)

skörderester. Detta innebär en kraftig förenkling då en stor del av utsläppen har sitt ursprung i biologiska processer och varierar kraftigt över regioner, tid och för olika produktionsmetoder, samt beroende på syretillgång, temperatur, markens bakterieflora och tillgången på kväve och organiskt material¹⁷.

Det krävs därför detaljerade spatiala data för att uppskatta effekten av mindre gödselanvändning på utsläppen av växthusgaser från åkermark. Nitrat, som lakas ut från åkern, samt ammoniak och olika kväveoxider som avgår till luften från gödsel och mark, kan transporteras till ekosystem utanför åkern. Även där avgår en del av kvävet som lustgas, precis som på åkrarna. Att minimera kväveförluster genom minskning av insatsmedel är alltså viktigt då det inte bara minskar avgången av lustgas, utan samtidigt också minskar bidraget till försurning och övergödning¹⁸. Maskinell applicering av gödsel leder också till koldioxidutsläpp från det bränsle som förbränns. Därför är det särskilt viktigt med åtaganden om att hushålla med markresurser och insatser (t.ex. foder, gödsel och drivmedel). Välplanerade växtföljder kan bidra till att minska behovet av att tillföra gödsel. Till exempel har ofta baljväxter och blandvall en gynnsam effekt på efterkommande gröda genom tillgängliggöra kväve i marken med minskat behov gödseltillförsel. På så vis kan sådan växtföljd påverka odlingssystemets totala avkastning.

Mer forskning behövs för att på ett tillförlitligt sätt kvantifiera netto-inlagring av kol på lokal och regional skala. Men sammanställningar av flera metaanalyser visar på att kolinlagrande åtgärder i jordbruket har betydande potential att mildra klimatförändringarna, även när man tar hänsyn till N₂O-utsläpp¹⁹.

¹⁷ Greppa (2011), Paul (2023)

¹⁸ Greppa (2011)

¹⁹ Guenet et. al. (2021)

Vägen framåt

Vidare efterlyser och jobbar vi för:

- Övergripande projekt som belyser markbördighet och kolinlagring från ett svenskt perspektiv
- 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
- Testbäddar för utveckling av agroekologiska produktionssystem

Referenser

Beillouin, D., Ben-Ari, T., Malézieux, E., Seufert, V., & Makowski, D. (2021). Positive but variable effects of crop diversification on biodiversity and ecosystem services. *Global Change Biology*, 27(19), 4697-4710.

Decock, C., Lee, J., Necpalova, M., Pereira, E. P., Tendall, D. M., & Six, J. (2015). Mitigating N₂O emissions from soil: from patching leaks to transformative action. *Soil*, 1(2), 687-694.

Droste, N., May, W., Clough, Y., Borjesson, G., Brady, M., Hedlund, K., (2020). Soil carbon insures arable crop production against increasing adverse weather due to climate change. *Environmental Research Letters* 15(12). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abc5e3>

European Commission, GENERAL PUBLICATIONS, 30 November 2022, *Proposal for a Regulation on an EU certification for carbon removals*.
https://climate.ec.europa.eu/document/download/fad4a049-ff98-476f-b626-b46c6afdded3_en?filename=Proposal_for_a_Regulation_establishing_a_Union_certification_framework_for_carbon_removals.pdf

Greppa näringen (2011), Klimatpåverkan från växtodling.
<https://adm.greppa.nu/download/18.4c6ca46b16724f1cf99d6a72/1542714104228/klimatpaverkan-fran-vaxtodlingen-faktablad-2011.pdf>

Guenet, B., Gabrielle, B., Chenu, C., Arrouays, D., Balesdent, J., Bernoux, M., ... & Zhou, F. (2021). Can N₂O emissions offset the benefits from soil organic carbon storage? *Global Change Biology*, 27(2), 237-256.

Jordbruksverket (2022), *Jordbruksmarkens användning 2022. Slutlig statistik*.
<https://jordbruksverket.se/om-jordbruksverket/jordbruksverkets-officiella-statistik/jordbruksverkets-statistikrapporter/statistik/2022-10-20-jordbruksmarkens-anvandning-2022.-slutlig-statistik> [2023-06-02]

Land, M., Hedlund, K., Kätterer, T., Bracht Jörgensen, H., Haddaway, N., Brady, M. (2021). Växtföljers påverkan på inlagring av organiskt kol i jordbruksmark - En systematisk översikt och samhällsekonomisk analys. Formas - Forskningsrådet för miljö, areella näringar och samhällsbyggande. <https://formas.se/download/18.453f3191784aec71fd3e990/1622192325983/f1-2021-vaxtfoljers-paverkan-pa-inlagring-av-organiskt-kol.pdf>

Länsstyrelsen Västra Götaland (2023), *Jordbiten, Tema Landsbygdsstöd*.
<https://www.lansstyrelsen.se/download/18.719563f21864b7f78c57ff6/1676470567648/Jordbiten-1-2023.pdf>

Mark C. Trexler (2011) GHG measurement and management are vital, but always be looking to advance the end game of mitigating climate change, *Greenhouse Gas Measurement & Management*, 1:2, 77-79, DOI: 10.1080/20430779.2011.579353

Naturvårdsverket (2023), *Nettoutsläpp och nettoupptag av växthusgaser från markanvändning (LULUCF)*.
<https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-nettoutslipp-och-netto-upptag-fran-markanvandning/> [2023-06-02]

Paul, C., Bartkowski, B., Dönmez, C., Don, A., Mayer, S., Steffens, M., ... & Helming, K. (2023). Carbon farming: Are soil carbon certificates a suitable tool for climate change mitigation?. *Journal of Environmental Management*, 330, 117142.

Pittelkow, C. M., Liang, X., Linquist, B. A., Van Groenigen, K. J., Lee, J., Lundy, M. E., ... & Van Kessel, C. (2015). Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture. *Nature*, 517(7534), 365-368.

Röös, E., Mayer, A., Muller, A., Kalt, G., Ferguson, S., Erb, K. H., ... & Schwarz, G. (2022). Agroecological practices in combination with healthy diets can help meet EU food system policy targets. *Science of The Total Environment*, 847, 157612.

SCB, *Sveriges officiella statistik - statistiska meddelanden*. Odlingsåtgärder i jordbruket 2019. Tabell 3.3 Fånggrödor hösten 2019.
https://www.scb.se/contentassets/adb2ed39f5bb45b1ab4b0af35542118c/mi1001_2019a01_sm_mi30sm2003.pdf

Tamburini, G., Bommarco, R., Wanger, T. C., Kremen, C., Van Der Heijden, M. G., Liebman, M., & Hallin, S. (2020). Agricultural diversification promotes multiple ecosystem services without compromising yield. *Science advances*, 6(45), eaba1715.

Tas Thamo & David J. Pannell (2016) Challenges in developing effective policy for soil carbon sequestration: perspectives on additionality, leakage, and permanence, *Climate Policy*, 16:8, 973-992, DOI: 10.1080/14693062.2015.1075372

Tonitto, C., David, M. B., & Drinkwater, L. E. (2006). Replacing bare fallows with cover crops in fertilizer-intensive cropping systems: A meta-analysis of crop yield and N dynamics. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 112(1), 58-72.

Zhao, J., Chen, J., Beillouin, D., Lambers, H., Yang, Y., Smith, P., ... & Zang, H. (2022). Global systematic review with meta-analysis reveals yield advantage of legume-based rotations and its drivers. *Nature Communications*, 13(1), 4926.