

# **Ramverk för kolinlagring i svensk jordbruksmark v 1.0**

# Innehållsförteckning

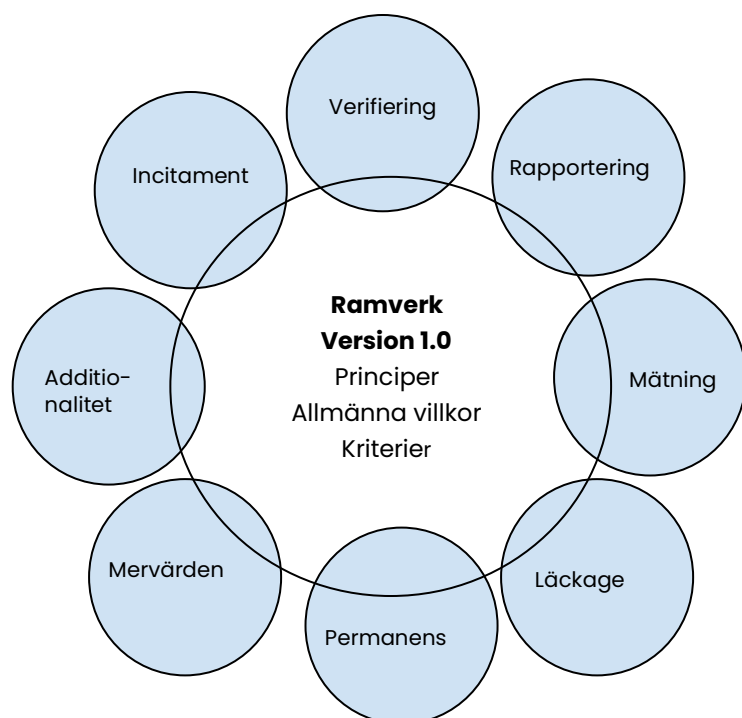
<b>Ramverk för kolinlagring i svensk jordbruksmark.....</b>	<b>1</b>
Omfattning, systemgräns och begränsningar i version 1.0 .....	2
<b>Mätning, rapportering, verifiering och incitament .....</b>	<b>4</b>
Startdatum .....	6
Ersättnings- och krediteringsperiod .....	6
Mätning.....	6
Rapportering och verifiering.....	14
Incitament.....	15
Stapling av ekonomisk ersättning.....	15
Dubbelräkning.....	16
Upphävning av kolkrediter.....	17
<b>Kommentarer, synpunkter och uppdateringar .....</b>	<b>17</b>
<b>Referensmetodik.....</b>	<b>17</b>
<b>Nuläge och framtid.....</b>	<b>17</b>
<b>Källförteckning.....</b>	<b>20</b>

## Ramverk för kolinlagring i svensk jordbruksmark

Svensk Kolinlagrings målsättning är att utveckla ett åtgärds- och resultatbaserat ramverk för att främja användningen av vetenskapligt belagda metoder för ökad kolinlagring.

Denna version, 1.0, är ett MRVI-ramverk (Measurement, Reporting, Verification and Incentivising). Med vägledande principer, allmänna villkor och kriterier som kärnan i ramverket får vi verifierad kolinlagring med hög trovärdighet som samtidigt erbjuder en stor flexibilitet för jordbrukaren att anpassa sin insats efter sina lokala förutsättningar. Detta tror vi också uppmuntrar till experiment och utveckling. Metoderna som tillämpas på gårdar i Svensk Kolinlagrings program ska vara mätbara, rapporterbara och verifierbara. I ramverket beskrivs också incitament för alla parter deltagande.

I denna version ligger vårt fokus på att verifiera åtgärder samt att mäta och följa upp indikatorer som visar på ökad kolinlagring med mervärden. Ramverket för kolinlagring i jordbruksmark har en kärna som består av principer, allmänna villkor och kriterier. I formuleringen av dessa adresseras additionalitet, permanens, buffert för kolkrediter och andra viktiga grundbultar för att säkerställa kolinlagringen.

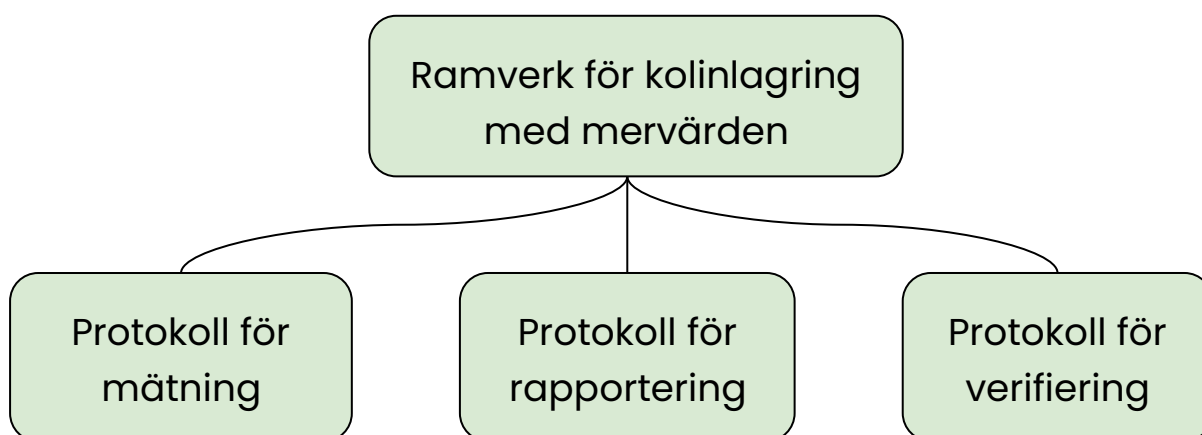


Figur 1. Ramverket för kolinlagring i jordbruksmark har en kärna som består av principer, allmänna villkor samt kriterier. Med hänsyn till additionalitet, läckage och permanens, och genom mätning, rapportering och verifiering, säkerställs att kolinlagring har skett. Version 1.0 av ramverket adresserar alla dessa delar i formuleringarna av allmänna villkor och kriterier.

Vi har utvecklat ramverket i linje med rekommendationer och riktlinjer som presenteras av FN:s livsmedels- och jordbruksorganisation, FAO, i GSOC MRV Protocol, samt i EU:s Technical Guidance Handbook - setting up and implementing result-based carbon farming mechanisms in the EU, Report to the European Commission. <sup>1</sup>

Ramverket är framtaget för att möjliggöra utvecklingen av en framtida standard för Sverige och Norden<sup>2</sup>, men är i nuläget skrivet för Svensk Kolinlagrings program, version 1.0. I takt med att metoder och kunskapsläge utvecklas kommer vi att uppdatera ramverket.

Detaljerade beskrivningar (till exempel hur mätning av baslinje ska göras) finns tillgängliga i underliggande protokoll för MRV längre ner i detta dokument. Protokollen kommer också finnas tillgängliga på Svensk Kolinlagrings hemsida: [www.svenskkolinlagring.se](http://www.svenskkolinlagring.se).



Figur 2. Ramverket för kolinlagring med mervärden innehåller övergripande information. Detaljerade beskrivningar finns i underliggande protokoll.

## Omfattning, systemgräns och begränsningar i version 1.0

Detta ramverk, version 1.0, gäller framför allt det program för ekonomiska incitament för jordbrukare och investerare som Svensk Kolinlagring tagit fram. För att ramverket ska lägga grunden för ett trovärdigt program som bidrar till systemförändring har vi byggt det så att det kan vidareutvecklas i takt med att omvärlden förändras. Det är byggt så att ramverkets innehåll:

- är inkluderande, flexibelt och trovärdigt
- tar hänsyn till jordbrukets långsiktiga, dynamiska och lokala karaktär
- uppmuntrar transparens, kunskapsbyggande och delning

<sup>1</sup> Se FAO (2020); COWI, Ecologic Institute and IEEP (2021)

<sup>2</sup> Se NJC (2019); IVA (2019); Naturvårdsverket (2019)

- stödjer utformandet av ett poängsystem som möjliggör fortsatt utveckling av både åtgärds- och resultatbaserad ekonomisk ersättning samt bygger från aktuellt kunskapsläge, allmän praxis och rekommendationer

Idag, år 2022, saknas ekonomiskt rimlig och praktiskt användbar teknik för storskalig och tillförlitlig kvantifiering av förändringen av markens kolinnehåll över tid<sup>3</sup>. För att nå 1,5-gradersgränsen har dock tiden runnit ut - omställningen måste börja nu<sup>4</sup>. Därför utgår Svensk Kolinlagring från den samlade forskningen, använder schablonvärden, och tar ett första steg på vägen.

I denna första version av ramverket rekommenderas därför:

- att åtgärder verifieras. Det betyder att Svensk Kolinlagring kontrollerar att metoderna som jordbrukaren åtagit sig har genomförts på fält.
- att Svensk Kolinlagrings arbetssätt certifieras av ett ackrediterat kontrollorgan (tredje-part).
- att krediteringen av kolinlagring baseras på effekter av åtgärder med konsensus i vetenskaplig litteratur, genom verifiering och direkta mätningar i fält.
- att kolkrediter inte utfärdas för utsläppsminskningar, bara för ökning av organiskt markkol.
- att flera kolinlagrande jordbruksmetoder tillämpas och kombineras på samma fält, så kallad "stacking".
- och slutligen: att omställningen till ett kolinlagrande jordbruk påbörjas nu, trots att nödvändig samordning och all teknik eller internationella riktlinjer inte är på plats<sup>5</sup>.

Ramverket omfattar program och åtgärder för att bevara och öka mängden organiskt markkol på avgränsade arealer, i olika djupintervall och över bestämda tidsperioder.

Underliggande protokoll till detta dokument beskriver processen för mätning av markens kolmängd i början och slutet av kontraktperioden samt rapportering och verifiering av åtgärder.

För verifierade åtgärder som uppfyller våra villkor och kriterier för utfärdande av kolkrediter använder vi ett schablonvärde på 300 kg C/ha/år (vilket motsvarar 1 ton CO<sub>2</sub>e per hektar och år). För att säkra att vi inte utfärdar fler kolkrediter än vi sedan kan leverera har vi valt ett schablonvärde som är lägre än genomsnittet för effekter av olika

---

<sup>3</sup> Se Jörgensen & Sundström (2022); Oldfield et al. (2022); COWI Ecologic Institute and IEEP (2021); Oldfield et al. (2021); Smith et al. (2020) EIP-Agri (2019) NJC (2019); Kragt et al. (2017)

<sup>4</sup> Se IPCC (2022) FAO & ITPS (2021); IPES-Food (2016) Se även Aubert, Fouchderot & Svensson (2022); Eriksson (2021); Bessou et al (2020) Naturvårdsverket (2019) Brady et al. (2019); Brandão et al. (2019); Levasseur et al. (2012)

<sup>5</sup> Se EC (2021); Greenhouse Gas Protocol (2022) Se även Jörgensen & Sundström (2022); Oldfield et al. (2022); COWI Ecologic Institute and IEEP (2021); Oldfield et al. (2021); Smith et al. (2020) EIP-Agri (2019) NJC (2019) Board, Ocean Studies, and National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2019); Kragt et al. (2017)

kolinlagrande metoder. Underlag till vårt schablonvärde finns i appendix 5 *Kolschabloner och policies för kol*.

Följande begränsningar gäller för version 1.0 av ramverket:

- utvärdering av kolmängder ovan jord (t.ex. träd, buskar eller annan biomassa) samt tillförsel av gödsel och annat organiskt material i samband med olika brukningsmetoder inkluderas inte.
- Kvantitativ analys och beräkning av nettoutsläpp av växthusgaser (GHG) och fullständig växthusgasbalans i samband med förändringen av brukningsmetoder inkluderas inte.

Vi välkomnar alla användare (jordbrukare, investerare, forskare, etc.) att fortsatt bidra till utvecklingen av tillförlitliga och enhetliga system för såväl fullständiga beräkningar som kvalitativ analys av potentiella förändringar i växthusgasutsläpp och inlagring av markkol.

## **Mätning, rapportering, verifiering och incitament**

Svensk Kolinlagring kommer att mäta, följa upp, verifiera, samt tillhandahålla ytterligare incitament för åtgärder för ökad kolinlagring i svensk jordbruksmark. Vi förordar att:

1. Inom ett år efter det att en gård har gått med i Svensk Kolinlagring görs en baslinjemätning av bland annat markkol, vatteninfiltration och jordhälsa (utförlig beskrivning finns i underliggande *Protokoll för mätning* och *Protokoll för rapportering*). En femårig åtgärdsplan utformas tillsammans med jordbrukare enligt Svensk Kolinlagrings principer och kriterier för att säkerställa att denna är framåtsträvande, utöver baslinje-scenario, och praktiskt tillämplig.
2. Kolinlagrande åtgärder verifieras, det vill säga Svensk Kolinlagring kontrollerar årligen att åtagna metoder används på fältet genom fjärranalys och egenrapportering med bilddata. Resultat följs upp årligen via jordhälsoindikatorer och uppföljande jordprovtagning minst vart 5e år. Stickprovskontroller kan utföras.
3. Svensk Kolinlagrings processer och verifieringsmetod certifieras av ackrediterad tredje-part.
4. För kolkrediter beräknas inlagrad kol från utvalt schablonvärde, samt från jordprover vid uppföljning av baslinjemätning efter 5 år.
5. God datakvalitet och fullständiga dataserier över kontraktperioden säkras genom att vi använder en hybridmetod<sup>6</sup> för verifiering där vi inhämtar data från flera olika källor enligt punkt 1. Data sparas i ett system, skräddarsytt för Svensk Kolinlagrings program. Läs mer om hur Svensk Kolinlagring hanterar data i appendix 6 *Datahantering*.

---

<sup>6</sup> Smith et al. (2020)

## Allmänna villkor

Våra allmänna villkor riktar sig till alla som ingår i Svensk Kolinlagrings program och använder sig av Svensk Kolinlagrings ramverk:

- Tillämpa kolinlagrande åtgärder på jordbruksmark på mark som inte utsatts för förändrad markanvändning sedan år 2017, inom Sveriges gränser. Från och med den 1 januari 2017 och framåt har verksamheten inte rensat primär, orörd skog eller gammal tillväxt sekundär skog eller omvandlat våtmarker, torvmarker eller skyddade gräsmarker till jordbruksproduktion.
- Ingen förändrad markanvändning (enligt ovan) på verksamhetsnivå under kontraktperioden (förändrad markanvändning som innebär restaurering av organogena jordar omfattas inte av detta villkor)
- Jordbruksmarken ska utgöras av mineraljordar (såväl åker- som betesmark) och vara i aktiv produktion. Organogena jordar godkänns på från fall till fall basis, dock endast för restaurering. Dessa krediteras inte i dagsläget.
- Minsta totala sammanlagda areal för anmälda fält (per gård) skall vara 4 ha (mindre total areal kan godkännas på en från fall till fall basis)
- Arrenderad mark kräver markägarens skriftliga godkännande innan kontraktsskrivning alternativt arrendeavtal som sträcker sig över den fullständiga kontraktperioden.
- Ersättning för kolinlagrande åtgärder utfärdas endast till jordbrukare inom Sverige.
- Kolkrediter utfärdas (idag) endast till svenska köpare för att minimera risken för dubbelräkning.
- Handel av kreditverifikat (verifierad kolinlagring) mellan köpare och tredje part är inte tillåten d.v.s. kolkrediter kan inte säljas vidare.
- Alla parter ska följa gällande lagar och förordningar på nationell nivå och EU-nivå, vilka är överordnade kraven i detta dokument.
- Ersättning och krediter utfärdas endast för verifierade åtgärder och ökning av inlagrat organiskt markkol. Ersättning utfärdas inte för utsläppsminskningar.
- Hybridmetod för verifiering (provtagning, fjärrbildsanalys, rapportering) och dynamisk baslinje (baslinje som uppdateras vart femte år) tillämpas.

Utöver att följa ovanstående villkor måste investerare och jordbrukare som ansluter sig till Svensk Kolinlagrings program ingå officiellt kontraktbaserat medlemskap från och med år 2024.

Nedan adresseras, preciseras och motiveras startdatum, ersättnings- och krediteringsperiod, baslinje, additionalitet, permanens och läckage på system- och fältnivå som Svensk Kolinlagring tillämpar för ersättning och kreditering av lagrad markkol.

## Startdatum

Startdatumet är när jordbrukare och Svensk Kolinlagring ingår ett avtal för tillämpning av kolinlagrande metoder.

Det är inte självklart när ett startdatum ska sättas i och med att jordbrukare ofta testat och experimenterar med nya jordbruksmetoder; Ska man sätta startdatumet när man först testade en ny metod, när metoden testats i tillräckligt många rotationer eller första säsongen som ökad kolinlagring skedde? Vi väljer att koppla startdatumet till när åtagandet görs.

## Ersättnings- och krediteringsperiod

Ersättnings- och krediteringsperioden är den period för vilken ekonomisk ersättning betalas ut till jordbrukare som deltar i Svensk Kolinlagrings program:

- Svensk Kolinlagring tillämpar 5-åriga kontrakt. Ersättnings- och krediteringsperioden kan förnyas vart 5:e år för det specifika fältet.
- Ekonomisk ersättning för verifierade åtgärder betalas ut årligen enligt kontrakt.
- Kolkrediter kan utfärdas från startdatum fram till dess att ökad kolinlagring inte längre kan påvisas över en 10-årsperiod. Om ytterligare kol inte kan lagras in planerar Svensk Kolinlagring att i framtiden kunna erbjuda ersättning för åtgärder som bibehåller kolhalten i marken.

## Mätning

### Baslinjemätning och uppföljning

Jordbrukare kommer att ersättas för verifierade åtgärder som uppfyller kriterierna för kreditering. Dessa åtgärder kvantifieras utifrån baslinjescenario och konservativa schablonvärden.

En baslinjemätning görs genom jordprovtagning och analys för att bestämma kollagret i marken inom ett år efter det att ett en gård har gått med i Svensk Kolinlagring. Detaljerad information om hur baslinjemätning görs finns i *Protokoll för mätning* längre ner i dokumentet.

Vi kommer utöver baslinjemätning på alla gårdar, också etablera intensiva provtagningsplatser<sup>7</sup>. Här samlar vi in ytterligare data och gör tätare och fler analyser och mätningar som används till forskning och utveckling av modelleringsverktyg. Dessa

---

<sup>7</sup> Se Oldfield et al. (2021) Board, Ocean Studies, and National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2019) Se även Brady et al. (2019), Kragt et al. (2017), Heinonsalo (2020)



platser kommer spridas ut beroende på bruksmetoder, jordtyp och klimatzon för att representera de medverkande hektaren i programmet.

Baslinjemätning och uppföljning innefattar:

- Stratifiering av provtagningspunkter med minst ett sammanslaget prov per tre hektar
- Provtagning och analys av lerhalt, organiskt markkol (SOC), och skrymdensitet. Vid uppföljande mätning av skrymdensitet skall hänsyn tas till Equivalent Soil Mass (ESM)<sup>8</sup>. Mätning av mullhalt och partikelformigt organiskt material (POC) är valfritt.
- Provtagning på minst 0-30 cm djup. Även provtagning 30-60 cm samt 60-90 cm kan genomföras och i så fall ligga till grund för kreditering av ökning av markkol i djupare jordlager.

Vidare genomförs uppföljning av andra jordhälsoindikatorer:

- Gårdsbesök och okulär bedömning (spadtest, vatteninfiltration test, samt mini-EOV) görs av personal från Svensk Kolinlagring tillsammans med jordbrukaren år 1 och 5. Egenrapportering skall göras årligen. Mer information finns i underliggande *Protokoll för rapportering*.

## **Baslinje-scenario**

Kolkrediter kommer utfärdas för den markkol som lagras och överstiger baslinjescenariot dvs. "business-as usual" (BAU). För detta samlar vi in och dokumenterar relevant information och data gällande växtföljder, skörd, förvaltning och metoder. Insamling av data definieras av minimibehoven för nuvarande och framtida kvantifieringsmetoder.

Baslinje-scenariot baseras på vad som händer på fältet som ingår i programmet, vad som anses vara "allmän praxis" i regionen (Sverige), och på befintliga och förväntade lagkrav.

Svensk Kolinlagring utfärdar krediter för kombinationer av åtgärder (så kallad "stacking") och inte för enskilda metoder. Vi finner därför, utifrån tillgänglig data från vetenskapliga studier och rapporter från SLU, SCB och Jordbruksverket<sup>9</sup>, att det i nuläget inte finns behov att ta fram utförliga listor på enskilda metoder som bedöms vara additionella eller ej. Uppfyllnad av Svensk Kolinlagrings kriterier säkerställer att gårdar i programmet kommer tillämpa åtgärder och metoder som i kombination har låg användningsfrekvens i Sverige för närvarande (2022). Dessa bedöms alltså vara additionella och berättigade till kreditering.

---

<sup>8</sup> Smith et al. (2020) Wendt & Hauser (2013)

<sup>9</sup> Jordbruksverket (2022); Stenberg, Paulsson & Linge (2010); Statistiska Centralbyrån (2020); Eriksson (2021)

I etablerade standarder sätts tröskeln för det som anses vara allmän praxis (kontinuerlig tillämpning av en enskild metod på totala arealen inom en region) till ett upptag av 20-50 % för enskilda metoder.<sup>10</sup> I Svensk Kolinlagrings program ställs krav på en kombination av åtgärder. Därför utgår vi från den högre änden av skalan och bedömer allmän praxis av kombinationer till minst 50% upptag i Sverige. Alltså, om 50% av jordbrukare i Sverige använder en specifik kombination av åtgärder räknas inte denna som additionell utöver baslinje-scenariot.

Nya metoder och åtgärder samt uppfyllande av kriterier skall innebära en förändring från ett baslinje-scenario till ett nytt scenario som uppfyller Svensk Kolinlagrings kriterier och kan innebära; tillämpning eller upphörande av en aktivitet (t.ex. införande av täckgrödor, minimerad jordbearbetning m.m.), en betydande justering av en redan existerande aktivitet (t.ex. längre period av marktäckning, reducerad mängd insatser m.m.) eller en kombination av flera. Detta kan vara en enkel och tydlig ändring, som att introducera täckgrödor, eller en mer komplex ändring, som att införa en helt ny gröda i en flerårig växtföljd, planerat bete, eller att öka mångfalden av de arter som används i en täckgröda eller vall. En lista på metoder har tagits fram av Svensk Kolinlagring (appendix 5 *Kolschabloner och policys för kol*) baserat på extensiva listor från FAO och EU.<sup>11</sup>

För att minimera den administrativa bördan för deltagande verksamheter, och samtidigt säkerställa utfärdande av trovärdiga och kvalitativa kolkrediter, har Svensk Kolinlagring formulerat totalt sex kriterier (fyra fältkriterier och två verksamhetskriterier) för att säkerställa att åtgärderna överstiger baslinje-scenariot och leder till additionalitet på fält- och regional nivå. Vid utvecklingen av kriterier och exempelsystem har vi tagit hänsyn till ett flertal studier<sup>12</sup> samt råd från agronomexperter (detaljerade beskrivningar finns i appendix 3 *Principer och kriterier*).

Uppfyllande av Svensk Kolinlagrings allmänna villkor, verksamhetskriterier och fältkriterier säkerställer att:

- en eller flera nya åtgärder implementeras i fält och att kombinationen av åtgärder inte är allmän praxis i Sverige.
- tillämpning av åtgärder och förväntade resultat utifrån befintliga och förväntade policys, lagkrav, stöd och allmän praxis bedöms vara utöver baslinje-scenariot för verksamheten.

Kriterierna har utformats för att vara flexibla och praktiskt tillämpbara; säkra trovärdig kvantifiering av ökningen av organiskt markkol baserat på en konservativ schablon; och

---

<sup>10</sup> Carbon Action Reserve (2020); Verra (VCS) (2020); Gold Standard (2020) och Brooks (2021)

<sup>11</sup> Se FAO & ITPS (2021); EASAC (2022)

<sup>12</sup> Yang (2020); Se även COWI, Ecologic Institute and IEEP (2021); Mills et al. (2020); Kragt et al. (2017)

skapa ytterligare mervärden som bidrar till en omställning från dagens "business-as-usual".

Efter varje kontraktperiod på 5 år uppdateras baslinje-scenariot i och med att nya mätningar görs. Detta är ett så kallat dynamiskt baslinje-scenario. För att ytterligare säkerställa kolkrediternas miljömässiga, sociala och ekonomiska additionalitet krediteras endast ökningen av mängden organiskt markkol från det dynamiska baslinje-scenariot.

Svensk Kolinlagring kommer vid registrering och framtagande av åtgärdsplan att samla in nödvändig information och data för att säkerställa att den gemensamt framtagna åtgärdsplanen för femårsperioden säkerställer kriterieuppfyllnad samt kolkrediters additionalitet på såväl regional som fältnivå. Denna information samlas in vid registrering, följs upp under kontraktperioden och tillgodoser Svensk Kolinlagrings nuvarande och framtida minimibehov för växtföljd och brukningsmetoder, vilken omfattar: jordbearbetning, gödsling, grödor, bekämpning, bete, foder, hantering av skörderester, drivmedelsanvändning och agroforestry.

Åtgärderna kommer årligen rapporteras av jordbrukare och verifieras med fjärranalys.

I det specifika fall det råder osäkerhet om åtgärderna och den potentiella kolinlagringen överstiger baslinje-scenariot på regionnivå kommer ytterligare analys baserad på tillgänglig lokal data göras.

## **Modellering och kvantifiering av mängden inlagrat markkol**

Det finns ett stort behov av ett effektivt sätt att modellera och kvantifiera mängden inlagrat organiskt markkol samt den totala växthusgasbalansen på ett sätt som är både exakt, skalbart och kostnadseffektivt.

De modeller som till dags datum (november 2022) utvärderats uppfyller inte Svensk Kolinlagrings krav eller behov. Vi försöker ständigt anpassa och navigera inom detta område, men har beslutat att vi inte är öppna för att använda bara "den bästa modellen på marknaden" om den inte är tillräckligt bra eller pålitlig för våra syften. Existerande modeller är heller inte användbara för nya metoder som planerat bete och diversifiering, vilka ingår i vår kriterieuppfyllnad för kreditering. För både åkermark och gräsmark behöver modellen även kunna ta hänsyn till problematiken med steady state och inlagring i jordlager djupare än 30 cm. Med anledning av detta rekommenderar vi i nuläget att:

- endast ökning av organiskt markkol krediteras från startdatum
- åtaganden till minskningar av växthusgasutsläpp är ett grundläggande villkor vid ersättning för och investering i kolinlagrande åtgärder

- matematisk metod (kolschablon) används för konservativ kvantifiering av mängd inlagrad markkol baserat på den kombination av metoder som tillämpas inom Svensk Kolinlagring, samt att dessa kalibreras med resultaten från baslinjemätningar
- att metodiken för baslinjemätning är lokalt anpassad
- att preferens ges till generella modeller över specifika modeller vid tillämpning. Vikten skall ges till positiva/negativa trender framför specifika antal eller kvantiteter om det inte kan bevisas vara statistiskt signifikant.

## **Additionalitet**

Additionalitet som begrepp innebär i enklaste mening att resultatet av klimatåtgärden (utsläppsminskningen) inte hade ägt rum utan de incitament som kolkrediterna ger. En åtgärd anses additionell om den leder till lägre utsläppsnivåer än vad som skulle ha skett under business as usual. En trovärdig och kvalitativ kolkredit motiverar detta genom miljömässig, social och ekonomisk additionalitet.

Idag är additionalitet ett omdiskuterat begrepp som saknar praktisk, objektiv och tillförlitlig bevisning; Inget additionalitetstest kan med säkerhet fastställa vad som annars skulle skett.<sup>13</sup>

Idag rekommenderar EU att program för ökad kolinlagring i jordbruksmark fokuserar på kolkrediternas miljömässiga och sociala (regulatoriska) additionalitet när förändringarna i markförvaltning involverar flera snarare än enstaka åtgärder, vilket gör det svårt att definiera ekonomiska additionalitetstest. Dessutom är det svårt att fånga upp alla kostnader på ett adekvat sätt, t.ex. transaktionskostnader för att lära sig nya metoder som är betydelsefulla men svåra att mäta.<sup>14</sup>

Svensk Kolinlagring adresserar och fokuserar i första hand på systematisk additionalitet på regional nivå. Uppfyllande av Svensk Kolinlagrings kriterier för kreditering har utformats för att säkerställa miljömässig, social och ekonomisk additionalitet på systemnivå jämfört med dagens baslinje-scenario (se *baslinje-scenario*) för jordbruket i Sverige (regionen). Utöver detta skall även minst en ny åtgärd tillämpas och testas på det specifika fältet.

Låg implementeringsgrad, den samhällsekonomiska nyttan samt den uppskattade kostnaden för att tillämpa kombinationen av metoder vilka uppfyller Svensk Kolinlagrings kriterier för kreditering, i Sverige, rättfärdigar krediternas additionalitet i enlighet med befintliga standarder<sup>15</sup>.

---

<sup>13</sup> Se Broekhoff (2019)

<sup>14</sup> COWI, Ecologic Institute and IEEP (2021); EC (2021)

<sup>15</sup> Formas (2021)

Åtagande och uppfyllande av kriterier för kreditering säkerställer miljömässig, social och ekonomisk additionalitet på system och fältnivå genom att alla medlemmar tillämpar en kombination av åtgärder ("stacking") som:

- har vetenskapligt och statistisk säkerställd positiv effekt på mängden inlagrad markkol på regional och fältnivå.
- har ytterligare miljömässiga mervärden samt tillhörande krav på minskade utsläpp av växthusgaser på verksamhetsnivå.
- inte är allmän praxis på regional nivå.
- inte omfattas av lagkrav eller krav för stödberättigande på nationell, EU eller internationell nivå.
- har ett vetenskapligt säkerställt samhällsekonomiskt mervärde.

Samt att:

- alla medlemmar verkar för ökad kunskap och samverkan.
- alla medlemmar tillämpar minst en ny åtgärd under krediteringsperioden.
- ersättning endast betalas ut för ökning av inlagrat markkol.
- ersättningsnivån har stöd i vetenskapen och intressentdialoger.
- ersättningen förmedlas av en medlemsägd icke-vinstdrivande organisation (vilket maximerar den ekonomiska nyttan för medlemmar).
- Svensk Kolinlagring kan verifiera och följa upp resultaten av åtgärdernas tillämpning.

## Permanens

Permanens är tiden som den ökade mängden markkol uppskattas lagras i marken, utan att den frigörs tillbaka till atmosfären. En av Svensk Kolinlagrings främsta uppgifter vid omställning till kolinlagrande metoder är att minimera risken för att inlagrad markkol återgår till atmosfären, s.k. "reversion" (eng. "reversal"). Bevakning, förvaltning och säkerställande av kolinlagrande åtgärders permanens är därför avgörande.

Kolinlagring i jordbruksmark har generellt sett större risk för reversion,<sup>16</sup> men trots denna risk bedöms nyttan och det omedelbara behovet av transformation till ett kolinlagrande jordbruk som övervägande.<sup>17</sup> Kvalitet, djup och attribut tillsammans med relevant lokal anpassning har också betydelse för kolinlagringens permanens.<sup>18</sup>

---

<sup>16</sup>COWI (2021); Broekhoff et al. (2019); Powlson et al. (2011);

<sup>17</sup> Aubert, Fouchderot & Svensson (2022); FAO & ITPS (2021) Brady et al. (2019) Se även Bessou et al. (2020); Brandão et al. (2019); Levasseur et al. (2012)

<sup>18</sup> Heinonsalo (2020); Lal, (2015); Cederberg, Landquist & Berglund (2012)

För att inlagrad markkol och utfärdade krediter ska räknas som permanenta ska kolet ligga kvar i marken i minst 100 år. Ökningar av djupliggande markkol kan potentiellt räknas som direkt permanent men idag saknas praktiska exempel, data och kunskap.

För att garantera permanens och motverka att kolet lämnar marken igen har de flesta av dagens program en "buffert pool" med krediter som inte säljs och som kan annulleras om tidigare krediterat och inlagrat kol lämnar marken. Kontraktskrivning med jordbrukare och investerare är också till hjälp för att säkra att kolet blir kvar i marken. Permanensen kan också säkras med miljömässiga, sociala och ekonomiska incitament och mervärden.

Svensk Kolinlagring adresserar permanens på system och fältnivå genom att:

- organisationen kollektivt garanterar sålda kolkrediters permanens mot en eventuell reversion, t.ex. vid extremväder eller om åtaganden inte uppfylls på fält via avsättning av 20 % av totalt inlagrat markkol till en gemensam buffertpool årligen. Denna inlagring säljs inte vidare men annulleras i fall av force majeure alt. att medlemmar väljer att lämna programmet.<sup>19</sup>
- sätta upp en icke-vinstdrivande organisation som ägs och förvaltas av dess nyckelintressenter. Ett av organisationens främsta uppdrag är bevakning, förvaltning och säkerställande av kolinlagrande åtgärders permanens.
- medlemmarnas långsiktiga åtagande till implementering och bevarande av kolinlagrande metoder, genom kontrakterade medlemskap i Svensk Kolinlagring som organisation.
- Svensk Kolinlagrings årliga verifiering med hjälp av fjärranalys av tillämpade metoder, samt krav på egenrapportering (inkl. bilddata) och uppfyllande av åtaganden och kriterier.
- efter krediteringsperioden säkerställs permanens genom Gold Standards krav att projekt ska uppvisa garant för varaktighet genom att fastställa att jordbrukare har ytterligare incitament, utöver kolkrediter, att upprätthålla kolinlagrande jordbruksmetoder.<sup>20</sup>

---

<sup>19</sup> Om det vid någon tidpunkt under krediteringsperioden visar sig att det totala kolbeståndet i marken för kontrakterade hektar understiger tidigare krediterade mängder så kommer dessa att kompenseras. Detta görs via krediter som organisationen avsätter i buffertpool för att säkerställa permanens. Svensk Kolinlagring avser avsätta 20% av utgivna krediter i denna buffertpool, enligt den högre graden av föreslagen avsättning som ges för markkolskrediter.

<sup>20</sup>Ytterligare incitament är t.ex. tillgång till ökad kunskap och forskning samt kostnadsbesparingar avseende plöjning, utsäde, insatser, ökad markhälsa (vilken resulterar i skydd mot torka och minskade insatskostnader på längre sikt), minskad utsatthet gentemot framtida restriktioner och krav gällande bl.a. vattenuttag, erosion samt ytterligare ekosystemtjänster (ex. biologisk mångfald). Givet dessa incitament, förväntas en mer än tillräcklig andel jordbrukare att fortsätta med kolinlagrande metoder och i förlängning fortsatt binda kol väl utöver den krediterade mängden kol som täcks av den fördefinierade krediteringsperioden, vilket även ger en försäkring för eventualiteten att några jordbrukare väljer att återgå till konventionella jordbruksmetoder. Svensk Kolinlagring har en hög tillitsgrad till att systematiskt upphävande (d.v.s. avseende hela verksamheten) inte kommer att ske främst med anledning av organisationsform och ersättningsnivå. Medlemmarna som fattar individuella och relativt okorrelerade brukarbeslut, försäkras kollektivt mot individuella upphävningar.

Åtaganden och kriterier avser och är utformade för att säkerställa detta genom:

- förbättrad jordhälsa och högre resiliens.
- ökad kunskap, samverkan och innovation.
- minskade kostnader och beroende av externa insatser.
- diversifierad verksamhet och livsmedelsproduktion.

## Läckage

Ökad kolinlagring på en plats får inte orsaka en större koldioxidavgång på en annan plats. Eventuellt läckage av växthusgasutsläpp på annan plats är ett omdiskuterat ämne och en generell risk. Det är därför viktigt med ett systemperspektiv och en förståelse för vilka konsekvenser programmet kan få i andra delar av livsmedelskedjan.

Etablerad praxis är att beräkna utsläppen för alla fält alternativt för gården (inkl. insatser) för att säkerställa att det inte sker några ökningarna i utsläpp p.g.a. drivmedel, gödning etc., kontrollera att det inte sker några genomsnittliga skördeminskningar sett till regionala snittvärden under kontraktstiden samt att bevaka eventuella markförändringar.

Rådande policyrekommendationer understryker bl.a. behovet av en systemansats och ett skifte i fokus från matproduktionens volym till kvalitet, näringsinnehåll och miljöpåverkan<sup>21</sup> (se även appendix 5 *Kolschabloner och policys för kol*). Med anledning av detta utgår Svensk Kolinlagring från ett systemperspektiv och kommer i denna version att fokusera på insamling av grundläggande primärdata som är nödvändig för programmets syfte och framtida utveckling.

Utöver programutformning samt uppfyllande av allmänna villkor, åtaganden och kriterier adresserar Svensk Kolinlagring risken för läckage ytterligare genom:

- utsläppsminskningar på verksamhetsnivå.
- främjandet av matproduktion och tryggad livsmedelsförsörjning.
- tillämpning av en konservativ kvantifiering av ökad mängd markkol.
- villkor avseende förändrad markanvändning.
- ett dynamiskt baslinjescenario, som tar hänsyn till 1,5-gradersgränsen, andra åtaganden, lagkrav, policys och styrmedel som kommer att tillämpas, och som uppdateras när nya beslut om krav på utsläppsminskningar tillkommer, samt i takt med att mät- eller modelleringsmetoder utvecklas.

---

<sup>21</sup> EASAC (2022)

## Rapportering och verifiering

Den rapportering som ska utföras av jordbrukare sker årligen genom att rapportera in och ladda upp information till Svensk Kolinlagrings jordbrukarportal.

Jordbrukare skall årligen rapportera in:

- information för att säkerställa genomförande i enlighet med framtagna åtgärdsplan och åtagande i enlighet med kriterier (inkl. jordbearbetning, gödsling, grödor, bekämpning, bete, foder, hantering av skörderester, drivmedelsanvändning och agroforestry)
- resultat av test för jordhälsoindikatorer, minst en gång per år, på minst två platser per gård, som man återkommer till varje år (se underliggande *Protokoll för rapportering*).

Under första gårdsbesöket kommer rådgivare från Svensk Kolinlagring gå igenom tre enkla test som alla jordbrukare kan utföra själva på den egna gården. År 2-4 ska jordbrukaren själv genomföra testen och ladda upp resultaten i jordbrukarportalen. Vi uppmanar till att göra dessa test med jämna mellanrum över säsongen för att öka den egna kunskapen om hur jorden mår.

Verifiering av åtgärder är det sista steget i verifieringsprocessen. Varje rapport måste granskas, valideras och godkännas. Denna rapport med tillhörande data kommer att lagras på Svensk Kolinlagrings plattform. I appendix 6 *Datahantering* kan du läsa om hur vi hanterar data.

Verifieringsmetod avser hur en gårds åtgärder och utvärderingsresultat verifieras av Svensk Kolinlagring. För att säkerställa högsta möjliga integritet kommer resultaten verifieras genom granskning av rapporter samt fjärranalys (se underliggande *Protokoll för verifiering*) som sedan certifieras av ackrediterad tredje part. Vidare skall labbanalyser utföras av ackrediterat laboratorium. Svensk Kolinlagring kommer tillsammans med ackrediterade organ ta fram och vidareutveckla specifika protokoll för certifiering.

Vid slutförd granskning och godkännande kommer jordbrukaren erhålla ersättning för genomförd säsong.

### Icke-efterlevnad av åtaganden

Alla deltagande gårdar måste årligen inkomma med rapportering av åtgärder och resultat för aktuell säsong till Svensk Kolinlagring. Om åtaganden inte genomförs eller avvikelser sker ges tre månader att åtgärda eventuella brister i rapportering eller missade tidsfrister. Om detta inte genomförs kommer gårdens ersättning utebli.



Svensk Kolinlagring betonar att markägare/förvaltare kan förändra sina brukningsmetoder oavsett tidpunkt, alternativt sälja av sin mark till en ägare som implementerar andra metoder, och därmed upphäva tidigare inlagrat kol. Det finns en process för att hantera tillfälliga avvikelser och eventuella undantag från överenskommen åtgärdsplan. Genom konservativ kvantifiering av mängd inlagrad markkol, buffertpool och ytterligare incitament säkras programmet och organisationen mot systematisk reversion av inlagrat kol.

## **Incitament**

Ett av Svensk Kolinlagrings huvudfokus är att skapa incitament och förutsättningar för jordbrukare att driva omställningen av svenskt jordbruk från utsläppskälla till kolsänka. För att möjliggöra detta bygger vi:

- en incitamentsstruktur av kunskap och nätverk, tillgång till teknik och mätmetoder, samt ekonomisk ersättning för kolinlagrande åtgärder.
- ett system som möjliggör följeforskning för utbyte av kunskap och idéer mellan olika aktörer.

Svensk Kolinlagring avser därför tillhandahålla och möjliggöra ett framtida poäng- och resultatbaserat system där olika uppföljningsmetoder och flera möjligheter till värdering av mervärden samt resultat utöver kolinlagring kan användas.

Innovation ska i poängsystemet stödjas och uppmuntras med hjälp av de många olika sätt som man kan erhålla poäng: t.ex. ökad kunskap, experimentation, deltagande i forskning och innovativa försök. Detta ska uppmuntra till utveckling och förbättring av metoder och resultat, och till fördjupad kunskap kring kolinlagring och markhälsa. Designen av poängsystemet ska även möjliggöra vidareutveckling och tillgodoräknande av fler ekosystemtjänster och värden i framtida versioner.

I denna första version ackumulerar anslutna verksamheter ett minimum antal poäng för att erhålla ekonomisk ersättning och möjlighet till investering, vilken bygger på rapportering av åtgärder och efterlevnad av Svensk Kolinlagrings verksamhets- och fältkriterier.

## **Stapling av ekonomisk ersättning**

När flera och kompletterande ekosystemtjänst- krediter eller -ersättningar efterfrågas för samma insats på samma landområde med viss eller fullständig tidsmässig överlappning, kallas detta "stapling" av ekonomisk ersättning.

CAP 2023-2027 ger ekonomiskt stöd till markägare för att implementera metoder och åtgärder för att minska miljö- och klimatpåverkan. Viss ersättning för åtgärder såsom mellangrödor, fånggrödor, och vårbearbetning finns att få inom CAP 2023-2027. Dessa stöd är däremot inte tillgängliga för alla, speciellt inte dem som bor i mellersta och norra delen av Sverige. Det finns dock inga hinder för att få 1-åriga miljö- och

klimatersättningar och samtidigt få ersättning från Svensk Kolinlagring då de skiljer sig åt i utformning och omfattning. Däremot går det inte att få ersättning från Svensk Kolinlagring samtidigt som man erhåller ersättning från ett liknande initiativ som ingår i den frivilliga marknaden (Voluntary Carbon Markets).

Svensk Kolinlagring ser inga aktuella problem med annan ekonomisk ersättning sett till kolinlagrande metoder. Däremot kommer vi beakta detta i samverkan med ackrediterad tredje part eftersom möjligheten finns att förändringar sker som ändrar nuvarande förhållanden via t.ex. skatteväxling, rådande landsbygdsprogram och CAP-system.

För statligt finansierade stöd undertecknar deltagarna korttidsåtaganden på 1 år och får ersättning som är specifik för den åtgärd som de har tillämpat. De åtgärder som för 2023-2027 stöds av CAP är också åtgärdsbaserade men resultaten följs inte upp. Uppfyllande av Svensk Kolinlagrings kriterier innebär högre krav avseende kombination av åtgärder samt tidsperiod för tillämpning av dessa åtgärder. Således bedömer vi att stöd via CAP (idag) inte påverkar krediternas additionalitet eller bör uteslutas vid deltagande i Svensk Kolinlagrings program.

## **Dubbelräkning**

Dubbelräkning, dubbelt utfärdande och dubbel användning är en risk vid utfärdande av kolkrediter. Svensk Kolinlagring identifierar emellertid små risker för dubbelräkning och dubbelt utfärdande av krediter. Idag finns solida mekanismer på plats som minskar risken för dubbelt utfärdande, det vill säga mer än en kredit för samma reduktion, och dubbel användning, alltså när två olika köpare räknar in samma kredit, genom bland annat transparenta register med unika ID för varje såld kredit.

Kolkrediter sparas i ett register med unika ID av Svensk Kolinlagring och säljs med exklusivt ägarskap genom kontraktsskrivning och verifikat. Kolkrediter kan inte säljas vidare.

Risken för dubbelräkning har däremot ökat något post-Kyotoprotokollet och med adoptionen av Parisavtalets artikel 6. Denna adresseras och minimeras genom att Svensk Kolinlagring endast tillhandahåller krediter som genererats inom Sveriges gränser till svenska företag, vilka ej går att sälja vidare. Till dags datum ingår inte kolinlagring i den nationella GHG-redovisningen och balansen utan klassas som "kompletterande åtgärder".

Det anses inte heller finnas risk för dubbelt utfärdande, trots möjligheten att rapporteringsperioder överlappar med anledning av till exempel växtföljder eftersom:

- kvantifiering görs främst på fältnivå och givet det enskilda fältets växtföljd.
- fält endast kan registreras en gång hos Svensk Kolinlagring.
- rapporteringsperioden för enskilda fält inte kan överlappa eftersom de följer växtföljden.

- en ny period endast kan påbörjas efter att skörden på det specifika fältet avslutats.

## **Upphävning av kolkrediter**

Om inlagrat kol återgår till atmosfären inom 100 år från det att krediten utfärdats, genom betydande förändringar av, eller upphört åtagande för, enskilda fält (alternativt Svensk Kolinlagring som organisation) anses denna vara "upphävd". Upphävningar kan ske på enskilda fält vilka inte anses påverka permanensen om de samlade fälten under Svensk Kolinlagring påvisar en fortsatt stabil, alternativt ökad total kolinlagring.

Upphävningar kan vara oundvikliga (översvämning, torka etc.) eller frivilliga (upphörande av organisation, åtagande, bevakning och rapportering samt ändrade metoder eller annan oaktsamhet).

## **Kommentarer, synpunkter och uppdateringar**

Ramverket är öppet för publik kommentar när Svensk Kolinlagring publicerar dokumentet på sin hemsida. Syftet är att ta emot synpunkter avseende potentiella förbättringsområden samt att verka för öppenhet, transparens och kontinuerlig vidareutveckling av detta ramverk.

Svensk Kolinlagring har för avsikt att utkomma med en uppdaterad version årligen eftersom marknader, teknik och kunskap ständigt utvecklas. Dokumentet kommer då att ligga ute för publik kommentar i 30 dagar.

Kommentarer och synpunkter kan skickas in på mail till: [info@svenskkolinlagring.se](mailto:info@svenskkolinlagring.se). Dessa kommer sedan att sammanställas och publiceras på Svensk Kolinlagrings hemsida.

## **Referensmetodik**

Ramverket bygger på en översyn av ett tjugotal rekommendationer och metodiker, bland annat EU-Technical Guidance, FAO, GHG, SBTi-flag, Nordic Dialogue, Verra (VCS) CAR, Soil Carbon Initiative och ROC, samt intressentdialoger och processutveckling under Svensk Kolinlagrings pilotprojekt. Vi är också med i referensgruppen för Svenskt Sigills arbete med att ta fram en nordisk definition av "Regenerativt jordbruk" samt följer och stödjer Nordic Dialogues arbete med att ta fram ett nordiskt ramverk för den frivilliga marknaden. Ramverket avses kunna användas tillsammans med dessa metoder och ska ses som ett nordiskt anpassat komplement.

## **Nuläge och framtid**

Vi vill också belysa och adressera de fortsatta utmaningar som identifierats och kvarstår för åtgärds- och resultatbaserade system. Detta gäller främst, men inte uteslutande, säkerhet och trovärdighet kring kreditering och utsläppshandel; kunskapsmässiga och teknologiska barriärer; mätmetoder och modellering; inkludering och kompensation för övriga ekosystemtjänster; samt premiering av och incitament för jordbrukare som redan idag implementerar kolinlagrande metoder. Man behöver också ta fortsatt hänsyn till såväl internationell utveckling och anpassning till lokala förhållanden och förutsättningar.<sup>22</sup>

Det råder fortfarande osäkerhet och heterogenitet på den frivilliga marknaden (VCM) i stort och för kolinlagrande jordbruk specifikt. Det kommer ta några år innan vi har tydligare och mer homogena riktlinjer och krav i kombination med lansering av och implementering av GHG-Land Sector and Removal Guidance, SBTi-flag, Nordic Dialogue, kommande EU-MRV, CAP 2023-2027 m.fl..

Vi arbetar med och följer mycket av denna utveckling med intresse och förhoppning om att detta leder till högre standarder för best-practice, ökad transparens och tydlighet.

Gällande Parisavtalets artikel 6 är det fortsatt oklart om dubbla anspråk mellan företag och länder bör tillåtas. T.ex. Verra och Gold Standard avser producera krediter som inte faller inom FN-systemet. Indikationen är att frivilliga marknaden och olika initiativ behöver komma med svaret.

Utveckling av ett redovisningsramverk som möjliggör tillämpning av "motsvarande justeringar" för att effektivt lösa problemet dubbelräkning kommer att ta ytterligare ett par år och även om frivilliga kolkrediter som köps av privata företag inte behöver gå igenom artikel 6-systemet så ser vi därför ett växande intresse för finansiering av projekt främst inom, men även utanför värdekedjan som klimatbidrag utan påståenden om avräkning. När utsläppshandeln formaliseras kommer flera av de aktörer som i dag handlar med utsläpp att verifiera krediter under det nya FN-systemet.

Vi väljer trots osäkerheter att gå framåt med vår lokalt anpassade lösning som vi ser ett stort behov av. Vi väljer att ta hänsyn till nuläget och ovanstående genom att arbeta för:

- transparens, kvalite (vetenskaplig soliditet) samt systematisk additionalitet och permanens.
- tydliga anvisningar och bestämmelser i kontrakt om hur krediter kan användas och kommuniceras för att undvika missbruk.
- backning och statlig inkludering, vilket vi ser som en nyckel för långsiktig framgång.

---

<sup>22</sup> Se EASAC (2022) Se även Lal (2015)

- en mer restriktiv uppskattning av baslinje-scenario och endast kreditera ökad kolinlagring.
- att ligga fortsatt väl i linje med såväl internationella standarder och protokoll som EU:s rekommendationer avseende utvecklingen av system för kolinlagrande jordbruk.
- provtagning och modellering av data från praktiska exempel eftersom det råder konsensus om att det behövs mer forskning på alla områden, att vi saknar tillförlitliga data (spatial/tidsserie) och att mycket tidigare forskning inte är tillförlitlig d.v.s. saknar baslinjemätningar, BD-prover m.m..<sup>23</sup>

Vi ser framåt att Svensk Kolinlagring kommer att:

- fortsatt utveckla metoder, kunskap, samarbeten och modeller som tjänar syftet.
- möjliggöra och utveckla poäng- och resultatbaserad ersättning och kreditering.
- jobba med prediktiva modeller för kolinlagring.
- hållbarhetsanalyser på gårdsnivå för att säkerställa ”no-net harm”.
- vara en fortsatt del av och exempel inom ett större nätverk för kolinlagring inom Norden och EU.
- lokala nätverk och hubbar etableras samt möjliggöra för inkludering av s.k. ”peer-to-peer” verifiering i ett hybridbaserat verifieringssystem.

Med den utveckling som sker i befintliga standarder samt med utvecklingen i Norden, EU och globalt<sup>24</sup> ser vi möjlighet att fortsatt öka trovärdigheten för kolinlagring i jordbruksmark, med hänsyn till additionalitet, permanens, läckage och övriga parametrar.

---

<sup>23</sup> Oldfield et al. (2021)

<sup>24</sup> Till exempel med hänvisning till FAO, artikel 6, F2F, Green Deal, GHG och SBT.

## Källförteckning

Aubert, P.-M., Fouchderot, C., Svensson, J. (2022). *Design principles of a Carbon Farming Scheme in support of the Farm2Fork & FitFor55 objectives*. IDDRI (Policy Brief 01/22)

[https://www.iddri.org/sites/default/files/PDF/Publications/Catalogue%20iddri/Propositions/202201-PB0122-carbon%20farming%20EN\\_0.pdf](https://www.iddri.org/sites/default/files/PDF/Publications/Catalogue%20iddri/Propositions/202201-PB0122-carbon%20farming%20EN_0.pdf)

Brooks, R. (2021). 'Additionality' Issue keeps some Farmers out of Carbon Markets. *Farm Journal*, Agweb. [hämtad 2021-12-10] <https://www.agweb.com/news/business/conservation/additionality-issue-keeps-some-farmers-out-carbon-markets>

Bessou, C., Tailleur, A., Godard, C., Gac, A., de la Cour, J. L., Boissy, J., ... & Benoist, A. (2020). Accounting for soil organic carbon role in land use contribution to climate change in agricultural LCA: Which methods? Which impacts?. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 25(7), 1217-1230.

<https://doi.org/10.1007/s11367-019-01713-8>

Board, O. S., & National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2019). *Negative emissions technologies and reliable sequestration: A research agenda*. <https://doi.org/10.17226/25259>

Brady, V.M., Hristov, J., Wilhelmsson, F., Hedlund, K. (2019). Roadmap for Valuing Soil Ecosystem Services to Inform Multi-Level Decision-Making in Agriculture. *Sustainability* 11.

<https://doi.org/10.3390/su11195285>

Brandão, M., Kirschbaum, M. U., Cowie, A. L., & Hjuler, S. V. (2019). Quantifying the climate change effects of bioenergy systems: Comparison of 15 impact assessment methods. *GCB Bioenergy*, 11(5), 727-743.

<https://doi.org/10.1111/gcbb.12593>

Carbon Action Reserve (2022). *Soil Enrichment Protocol Version 1.1 - Reducing emissions and enhancing soil carbon sequestration on agricultural lands*. [https://www.climateactionreserve.org/wp-content/uploads/2022/06/Soil-Enrichment-Protocol-V\\_1.1-final.pdf](https://www.climateactionreserve.org/wp-content/uploads/2022/06/Soil-Enrichment-Protocol-V_1.1-final.pdf)

Cederberg, C., Landquist, B., & Berglund, M. (2012). *Potentialer för jordbruket som kolsänka*. (SIK-rapport, 850). <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:944136/FULLTEXT01.pdf>

COWI, Ecologic Institute and IEEP (2021). *Technical Guidance Handbook - setting up and implementing result-based carbon farming mechanisms in the EU*. (Report to the European Commission, DG Climate Action, under Contract No. LIMA/C.3/ETU/2018/007). COWI, Kongens Lyngby.

<https://doi.org/10.2834/12087>

EASAC (European Academies Science Advisory Council) (2022). *Regenerative Agriculture in Europe*. (EASAC policy report 44, April 2022).

[https://easac.eu/fileadmin/PDF\\_s/reports\\_statements/Regenerative\\_Agriculture/EASAC\\_RegAgri\\_Web\\_290422.pdf](https://easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/Regenerative_Agriculture/EASAC_RegAgri_Web_290422.pdf)

EC (2021). *Sustainable Carbon Cycles*. Brussels, Communication from the Commission to the European Parliament and the Council – COM(2021) 800. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0800&from=EN>

EIP-Agri (2019). *Moving from source to sink in arable farming*.

<https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/publications/eip-agri-focus-group-moving-source-sink-arable>

Eriksson, J. (2021). *Tillståndet i svensk åkermark och gröda. Data från 2011-2017*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. (Ekohydrologi, 168) [https://pub.epsilon.slu.se/23486/1/eriksson\\_j\\_210514.pdf](https://pub.epsilon.slu.se/23486/1/eriksson_j_210514.pdf)

FAO (2020). *A protocol for measurement, monitoring, reporting and verification of soil organic carbon in agricultural landscapes* (GSOC-MRV Protocol). Rome. <https://doi.org/10.4060/cb0509en>

FAO & ITPS (2021). *Recarbonizing Global Soils - A technical manual of recommended sustainable soil management. Volume 3: Cropland, Grassland, Integrated systems, and farming approaches - Practices Overview*. Rome. <https://www.fao.org/3/cb6595en/cb6595en.pdf>

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>

Gold Standard for the global goals (2020). *Soil Organic Carbon Framework Methodology*, version 1.0. [https://globalgoals.goldstandard.org/standards/402\\_V1.0\\_LUF\\_AGR\\_FM\\_Soil-Organic-Carbon-Framework-Methodolgy.pdf](https://globalgoals.goldstandard.org/standards/402_V1.0_LUF_AGR_FM_Soil-Organic-Carbon-Framework-Methodolgy.pdf)

Gold Standard (2015). *Increasing Soil Carbon Through Improved Tillage Practices gold standard*, version 0.9. <https://www.goldstandard.org/sites/default/files/documents/methodology-tillage-improvement-v0.9.pdf>

Greenhouse Gas Protocol (2022). *Land Sector and Removals Initiative Project Overview*. [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards\\_supporting/LSR\\_Overview.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards_supporting/LSR_Overview.pdf)

Heinonsalo, J. (red.). (2020). *Kolguide - Översikt över kolet i marken och grunderna i kolbindande jordbruk*. <https://carbonaction.org/wp-content/uploads/2020/06/bsag-hiiliopas-200603-se-digital.pdf>

IPCC (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., [https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_FullReport.pdf](https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf)

IPES-Food (2016). *From university to diversity. A paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems*. International Panel of Experts on Sustainable Food Systems. [http://www.ipes-food.org/images/Reports/UniformityToDiversity\\_FullReport.pdf](http://www.ipes-food.org/images/Reports/UniformityToDiversity_FullReport.pdf)

IVA (Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien) (2019). *Så klarar det svenska jordbruket klimatmålen*. En delrapport från IVA-projektet Vägval för klimatet. <https://www.iva.se/globalassets/bilder/projekt/vagval-klimat/201910-iva-vagval-for-klimatet-delrapport5-g.pdf>

Jordbruksverket (2022). *Jordbruksstatistisk sammanställning 2022*. [hämtad 2022-10-05] <https://jordbruksverket.se/om-jordbruksverket/jordbruksverkets-officiella-statistik/jordbruksverkets-statistikrapporter/statistik/2022-07-05-jordbruksstatistisk---sammanstallning-2022#h-Kapitel3Akerarealensanvandning>

Jörgensen, C., Sundström, K. (2022). *Goda råd för att minska klimat och luftpåverkan - hur fungerar informationsinsatser riktade till jordbruket?* [https://agrifood.se/Files/AgriFood\\_Rapport20223.pdf](https://agrifood.se/Files/AgriFood_Rapport20223.pdf)

Kragt, M. E., Dumbrell, N. P., & Blackmore, L. (2017). *Motivations and barriers for Western Australian*

- broad-acre farmers to adopt carbon farming. *Environmental Science & Policy*, 73, 115-123.  
<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.04.009>
- Lal, R. (2015). Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability*, 7(5), 5875-5895.  
<https://doi.org/10.3390/su7055875>
- Levasseur, A., Brandão, M., Lesage, P., Margni, M., Pennington, D., Clift, R., & Samson, R. (2012). Valuing temporary carbon storage. *Nature Climate Change*, 2(1), 6-8. <https://doi.org/10.1038/nclimate1335>
- Mills, J., Ingram, J., Dibari, C., Merante, P., Karaczun, Z., Molnar, A., Sánchez, B., Iglesias, A., Ghaley, B.B. (2020). Barriers to and opportunities for the uptake of soil carbon management practices in European sustainable agricultural production. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 44, 1185-1211.  
<https://doi.org/10.1080/21683565.2019.1680476>
- Moore, M.L., Milkoreit, M. (2020). Imagination and transformations to sustainable and just futures. *Elementa: Science of the Anthropocene* 8 (1): 081. <https://doi.org/10.1525/elementa.2020.081>
- Naturvårdsverket (2019). Minskade utsläpp av växthusgaser från jordbruket med ökad produktion? Scenarier till 2045 för utsläpp och upptag av växthusgaser inom jordbrukssektorn. <https://s3.eu-north-1.amazonaws.com/ekofakta/uploads/files/1bc07fe6-7878-4882-b8e1-4129aad779ae.pdf>
- NJC (Nordic Joint Committee for Agriculture and Joint Research) (2019). *Markens potential som kolsänka*. <https://nordicforestresearch.org/wp-content/uploads/2019/01/Markens-potential-som-kols%C3%A4nka.-20181025.pdf>
- Oldfield, E. E., Eagle, A. J., Rubin, R. L., Rudek, J., Sanderman, J., & Gordon, D. R. (2022). Crediting agricultural soil carbon sequestration. *Science*, 375(6586), 1222-1225.  
<https://doi.org/10.1126/science.abl7991>
- Oldfield, E.E., A.J. Eagle, R.L. Rubin, J. Rudek, J. Sanderman, D.R. Gordon. (2021). *Agricultural soil carbon credits: Making sense of protocols for carbon sequestration and net greenhouse gas removals*. Environmental Defense Fund, New York. <https://www.edf.org/sites/default/files/content/agricultural-soil-carbon-credits-protocol-synthesis.pdf>
- Regenerative Organic Certified (2021). *Framework for Regenerative Organic Certified Version 4*. [https://regenorganic.org/wp-content/uploads/2021/02/ROC\\_ROC\\_STD\\_FR\\_v5.pdf](https://regenorganic.org/wp-content/uploads/2021/02/ROC_ROC_STD_FR_v5.pdf)
- Smith, P., Soussana, J. F., Angers, D., Schipper, L., Chenu, C., Rasse, D. P., ... & Klumpp, K. (2020). How to measure, report and verify soil carbon change to realize the potential of soil carbon sequestration for atmospheric greenhouse gas removal. *Global Change Biology*, 26(1), 219-241.  
<https://doi.org/10.1111/gcb.14815>
- Statistiska Centralbyrån (2020). *Odlingsåtgärder i jordbruket 2019. Träda, slåttervall, jordbearbetning, fånggrödor samt spridning av kalk på åkermark*. [hämtad 2022-09-28]  
[https://www.scb.se/contentassets/adb2ed39f5bb45b1ab4b0af35542118c/mi1001\\_2019a01\\_sm\\_mi30sm2003.pdf](https://www.scb.se/contentassets/adb2ed39f5bb45b1ab4b0af35542118c/mi1001_2019a01_sm_mi30sm2003.pdf)
- Stenberg, M., Paulsson, R., & Linge, C. (2010). *Reducerad jordbearbetning på rätt sätt – en vinst för miljön!* (2010:36) Jordbruksverket.  
[https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf\\_rapporter/ra10\\_36.pdf](https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra10_36.pdf)



The Nordic Dialogue (2022). *The draft Nordic Code of Best Practice for Voluntary Compensation of Greenhouse Gas Emissions*. <https://nordicdialogue.com/>

The Science Based Target Initiative (2022). *Forest, Land and Agriculture (FLAG) Science Based Target-Setting Guidance*. <https://sciencebasedtargets.org/resources/files/SBTiFLAGGuidance.pdf>

The Soil Carbon Initiative (2019). *A Verification System for Carbon Sequestration and Soil Health*.

Verra (VCS) (2020.) *VM0042 Methodology for Improved Agricultural Land Management, v1.0*. [https://verra.org/wp-content/uploads/imported/methodologies/VM0042\\_Methodology-for-Improved-Agricultural-Land-Management\\_v1.0.pdf](https://verra.org/wp-content/uploads/imported/methodologies/VM0042_Methodology-for-Improved-Agricultural-Land-Management_v1.0.pdf)

Wendt, J. W., & Hauser, S. (2013). An equivalent soil mass procedure for monitoring soil organic carbon in multiple soil layers. *European Journal of Soil Science*, 64(1), 58-65. <https://doi.org/10.1111/ejss.12002>

Yang, J. (2020). *Opportunities and Barriers of Carbon Farming from a Sustainable Livelihoods Perspective-A Case Study from Sweden*. Department of Earth Sciences, Uppsala University. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1454977/FULLTEXT01.pdf>