

Kolschabloner och policies för kol

Innehållsförteckning

Sammanfattning	1
Kolschabloner	1
Policyrekommendationer	6
Generella policyrekommendationer	7
Policyrekommendationer på gårdsnivå	7
Policyrekommendationer på landskapsnivå	7
Policyrekommendationer för trädplantering i jordbrukslandskapet	8
Källförteckning	9

Sammanfattning

Förändringar i markens kolförråd sker långsamt och är svåra att mäta. Dessutom sker också naturliga förändringar av kolförrådet vilket gör det svårt att upptäcka effekter av kolinlagrande metoder på kort sikt¹. Därför baseras vanligtvis effekter av kolinlagrande metoder på schabloner från vetenskaplig litteratur², likaså i Svensk Kolinlagrings program. Baserat på sammanställningen i tabell 1 väljer vi att använda en kolschablon på 300 kg inlagrat kol (C) per hektar och år, vilket motsvarar 1 ton koldioxidekvivalent (CO₂e) per hektar och år. Vi förväntar oss en större inlagring än detta tack vare att våra kriterier innebär staplade åtgärder, se appendix 3 *Principer och kriterier*. Forskning visar nämligen att staplade åtgärder ger en större kolinlagring än enskilda metoder. Det är dock svårt att förutspå hur stor kolinlagring som kommer ske och därför väljer vi ett konservativt antagande.

Utifrån forskningen om kolinlagrande metoder så har även en mångfald av policyrekommendationer utformats, bland annat kopplat till implementeringen av EU:s strategi för hållbara livsmedel³. Ett urval av dessa underbygger vårt val av kriterier, se appendix 3 *Principer och kriterier*, och finns att läsa nedan i avsnittet Policyrekommendationer.

Kolschabloner

Med en potentiell lagerförändring på 1 % eller mindre av det befintliga kollagret krävs ett mätintervall på minst fem år för att upptäcka statistiskt betydande kumulativa förändringar av kollagret med en måttlig provtagningstäthet⁴. Däremot kan årliga åtgärder ha stor påverkan på kolflödet till marken vilket gör att även korta observationer är användbara för att få en uppfattning om förändringen⁵.

Mätning genom jordprovtagning eller modellering är ännu inte tillförlitligt eller ekonomiskt/tekniskt möjligt för att göra en fullständigt korrekt bedömning av förändringen av kolhalt över tid. Effekter av en tillämpning av kolinlagrande metoder baseras därför vanligtvis på proxies över kolinlagring från vetenskaplig litteratur⁶. Även inom Svensk Kolinlagring använder vi en schablon för kolinlagring baserat på effekter som redovisats i vetenskapliga studier. Än så länge är det inte tillförlitligt med en exakt siffra på mängden kol som lagras in från en viss åtgärd, därför använder vi ett värde

¹ Heinonsalo (2020)

² LIFE CarbonFarmingScheme (2022)

³ EASAC (2022)

⁴ Paustian et al. (2019)

⁵ Heinonsalo (2020)

⁶ LIFE CarbonFarmingScheme (2022)

som underskrider genomsnittet för effekter av olika kolinlagrande metoder som kolschablon. Baserat på sammanställningen i tabell 1 väljer vi att i Svensk Kolinlagrings program använda en kolschablon på 300 kg inlagrat C per hektar och år. 300 kg C motsvarar 1 ton CO₂e per hektar och år. Vi förväntar oss en större inlagring än 1 ton CO₂e/ha/år tack vare att våra kriterier omfattar staplade åtgärder som forskning visar ger en större kolinlagring. Det är dock svårt att förutspå hur stor kolinlagring som kommer ske och vi väljer därför ett konservativt antagande.

I tabell 1 har vi sammanställt forskningsresultat över effekter på kolinlagring i jordbruksmark av olika metoder från vetenskapliga artiklar såsom systematiska litteraturoversikter och metaanalyser samt myndighetsrapporter och andra typer av forskningssammanställningar. Litteraturen har avgränsats till svenska eller europeiska studier, samt studier på global skala som inkluderar europeiska data då det anses relevant och applicerbart i en svensk kontext. I Formas metaanalys⁷ används även modellsimuleringar, dessa är markerade i tabell 1 med *. Vi har valt att endast titta på effekter på halten av organiskt kol i jorden, och inte exempelvis effekten på organiskt material då detta inte är direkt jämförbart med organiskt kol. Effekter på kolinlagring presenteras ofta i den vetenskapliga litteraturen antingen som förändring av koncentrationen (g C/kg jord) eller förrådet (ton C/hektar). Det kan även anges som inlagringshastighet (ton C/hektar/år) vilket är det vi utgår ifrån vid utformning av kolschabloner eftersom vi krediterar inlagring på årsbasis.

Tabell 1. Kvantitativa effekter på kolinlagring uttryckt i ton markkol per hektar och år. Koldioxidekvivalenterna är beräknade utifrån att ett ton organiskt kol motsvarar cirka 3,67 ton koldioxid⁸.

Metod	Kolinlagring (ton C/ha/år)	Motsvarande CO ₂ e (ton CO ₂ /ha/år)	Referens
Enskilda metoder			
Agroforestry (trädjordbruk, beteskogsbruk)	+0,15 – 0,21	0,55-0,77	Mayer et al. (2022)

⁷ Land et al. (2021)

⁸ IPCC (2007)

Agroforestry (skogsbete)	+4,4	16	Feliciano et al. (2018)
Balväxt i växtföljden (5-10 % av arealen)	+0,070—0,50*	0,30—1,9	Land et al. (2021)
Förbättrad betesskötsel (rotationsbete, säsongsbete, kortvarigt bete m.m.)	+0,28	1,0	Conant et al. (2017)
Gräs	+0,55*	2,0	Land et al. (2021)
Gödsling med kompost	+1,3	4,8	Aguilera et al. (2013)
Gödsling med röttslam	+0,080—5,3	0,29—19	Bolinder, Freeman och Kätterer (2017), Bolinder et al. (2020)
Gödsling med stallgödsel	+0,54	2,0	Bolinder, Freeman och Kätterer (2017)
Ingen plöjning (direktsådd)	+0,15*—0,30	0,58—1,1	Land et al. (2021), Powlson et al. (2014)
Kvävegödsling	+0,41	1,5	Bolinder et al. (2020)
Lätt jordbearbetning	+0,020*	0,072	Land et al. (2021)
Medelintensiv jordbearbetning	+0,0080*	0,031	Land et al. (2021)

Mellangrödor, fånggrödor och täckgrödor	+0,27—0,32	0,99—1,2	Bolinder et al. (2020), Poeplau & Don (2015), Aguilera et al. (2013)
Organiska tillsatser	+1,3	4,8	Aguilera et al. (2013), Bolinder et al. (2020)
Planerat bete	+0,1—3,0	0,37—11	Toensmeier (2016)
Skörderester (ovan jord)	+0,12—0,38	0,43—1,4	Bolinder et al. (2020), Ranaivoson et al. (2017)
Skörderester (halm från stråsäd)	+0,050	0,18	Bolinder, Freeman och Kätterer (2017)
Vallodling	+0,6—2,4	2,2—8,8	Heinonsalo (2020), Bolinder, Freeman och Kätterer (2017)
Multipla metoder			
Bevarandjordbruk "conservation agriculture" (mellangrödor, växtrotation och minimal plöjning)	+0,38	1,4	Project drawdown (u.å.a)
Ingen plöjning + baljväxt	+0,31	1,1	Land et al. (2021)

Mellangrödor + gödsling (kompost eller animaliskt ursprung)	+0,62–0,97	2,3–3,6	Aguilera et al. (2013)
Organiska tillsatser + mellangrödor + skörderester + reducerad/ ingen plöjning	+1,1	4,0	Aguilera et al. (2013)
Regenerativ växtodling av annueller ”regenerative annual cropping” (mellangrödor, växtrotation, minimal plöjning, kompost, gröngödsling)	+0,6	2,2	Project drawdown (u.å.b)

*modellsimuleringar, läs mer om metodiken i Land et al. (2021).

Tabell 2 visar på vikten av att kombinera olika metoder i jordbruket för att både öka inlagringen av kol i marken och minska avgången av kol från marken. Metoder såsom reducerad eller ingen jordbearbetning ökar inte tillförseln av kol till marken utan minskar bara förlusten.

Tabell 2. Bedömning av olika metoders effekt på förändring av kolförrådet i marken, enligt en fyrstegsskala; röd = skadlig effekt, ljusgrön = lindrigt positiv effekt, mellangrön = måttligt positiv effekt och mörkgrön = starkt positiv effekt. Källa: Heinonsalo (2020).

Åtgärd	KOLFLÖDET TILL MARKEN					SKYDD			FÖRDRÖJNING AV NEDBRYTNINGEN			
	Effektivare assimilation	Längre assimilationstid	Rot systemets storlek	Rot-systemets djup	Rotsekret	Externt kolflöde till marken	Förändring i mikrofloran	Aggregatstabilitet	Avkylning	Fukthalt	Syre	Grundvatten
GÖDSLING OCH VÄXTSKYDD												
Kväve- och fosforgödsling	■		■		■		■					
Kompletterings- och spårämnesgödsling	■		■	■	■							
Organisk gödsling	■					■	■	■				
Organiska jordförbättringsmedel						■	■	■				
Integrerat växtskydd (IPM)	■						■					
VÄXTER												
Sorter	■	■	■	■	■							
Fånggrödor	■	■	■	■	■		■	■	■	■		
Vallblandningar	■	■	■	■	■		■	■				
Samodling	■	■	■	■	■		■	■	■			
Skogsjordbruk												
MARKSTRUKTUREN												
Effektiverad torrläggning	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■
Reglerbar dränering								■	■	■	■	■
Grund bearbetning							■	■	■		■	
Direktsådd							■	■	■	■	■	
Djupluckring			■	■							■	
BETESGÅNG OCH VALLAR												
Kort betesperiod, lång vila	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Vallarnas stubbhöjd	■	■	■	■	■				■	■		

Policyrekommendationer

Utifrån forskningen om metoder så har även en mångfald av policyrekommendationer utformats, som listas både inom vetenskapliga artiklar och i policydokument från nationella och internationella organisationer. Vi lyfter här ett urval av dessa som underbygger vårt val av kriterier, se appendix 3 *Principer och kriterier*.

För en lyckad implementering av EU:s strategi för hållbara livsmedel “Farm to Fork” samt strategin för en ökad biodiversitet har ett antal policyrekommendationer presenterats av EU-medlemsstaternas nationella vetenskapsakademier, EASAC⁹. Vi har valt att nedan lista ett antal rekommendationer som är relevanta för Svensk Kolinlagring.

⁹ EASAC (2022)

Generella policyrekommendationer

- Adressering av ett skifte från ett fokus på volymen av mat som produceras till kvaliteten på näringsinnehåll och miljöpåverkan, vilket kräver ett systemtänk.
- Betoning på de multifunktionella dimensionerna i ett jordbrukslandskap, vilket inkluderar ekosystemtjänster, rekreation, turism och människors hälsa.
- Tillhandahållande av förutsägbar och långsiktigt stöd kring miljö och jordbruk för jordbrukare för att möjliggöra ett hållbart skifte mot regenerativt jordbruk.
- Flexibelt långsiktigt stöd för hållbara, innovativa och lokala transformativa förändringsprojekt såsom att implementera nya regenerativa metoder, nya eller modifierade grödor och maskiner, innovativa företagsmodeller m.m..
- Väsentlig ökning av investeringar på EU- och nationell nivå kring lokal utbildning, fältdagar och rådgivning.
- Undvikande av att exportera negativa externaliteter för miljön till andra länder utanför EU.

Policyrekommendationer på gårdsnivå

- Särskilt stort stöd till metoder som skapar synergier mellan kolinlagring och ökad biologisk mångfald.
- Riktade stödsystem och informationskampanjer om CAP eco-schemes till jordbrukare som brukar områden med höga naturvärden.
- CAP eco-schemes bör riktas mot småskaligt jordbruk eftersom mindre fältstorlek generellt sett gynnar biologisk mångfald och ekosystemtjänster.

Policyrekommendationer på landskapsnivå

- Utveckling av system som stödjer bättre koordinering av brukningsmetoder som ökar biologisk mångfald och kolinlagring samt minskar växthusgasutsläppen på landskaps- och regional nivå.
- Stimulering av system som gynnar inte bara individuella jordbrukare utan även grupper och gemenskaper av jordbrukare, till exempel inom ramverket för nationella lokala utvecklingsprogram.
- Prioritering av restaurering i jordbrukslandskap där det finns en existerande grön infrastruktur med semi-naturliga habitat.
- Utöver skapandet av nya landskapselement med hög diversitet, prioritera bevarande och skötsel av existerande element.
- Stötta restaureringsåtgärder som ökar komplexiteten i landskapet.
- Mark bör användas till produkter som kan odlas långsiktigt och med fördel korta ned produktions-konsumtionskedjan, utan att offra reglerande och stöttande ekosystemtjänster.
- Mer flexibilitet bör ges till jordbrukare i val av brukningsmetoder. Detta kan uppnås genom användning av konceptet adaptiv brukning: så länge målen (matproduktion, kolinlagring, biodiversitet, ekosystemtjänster) upprätthålls bör

jordbrukare ha flexibilitet i valet och variationen av bruksmetoder som passar de lokala förhållandena.

- Ett skifte från intensiv året-runt-installning mot extensiva betessystem bör stöttas av CAP eco-schemes. Bete och klippning i gräsmarker med höga naturvärden bör ses som best practice för att bevara biologisk mångfald och ekosystemtjänster samt för att tillhandahålla högkvalitativa köttprodukter.

Policyrekommendationer för trädplantering i

jordbrukslandskapet

- En blandning av olika träddarter som planteras i jordbrukslandskapet bör noga väljas ut genom att ta hänsyn till egenskaper och genetik för att kunna överleva under olika klimatscenarier och generera värdefulla ekosystemtjänster.
- Sådana träd bör bli vanligare i många intensifierade jordbrukslandskap i regioner där träd varit en del av landskapet historiskt.
- Prioritering och stöd till träd som landskapselement för hög diversitet i odlingslandskap och agroforestry.

Källförteckning

Aguilera, E., Lassaletta, L., Gattinger, A., & Gimeno, B. S. (2013). Managing soil carbon for climate change mitigation and adaptation in Mediterranean cropping systems: A metaanalysis. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 168, 25-36.

<https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.02.003>

Bolinder, M. A., Crotty, F., Elsen, A., Frac, M., Kismanyoky, T., Lipiec, J., Tits, M., Toth, Z., & Kätterer, T. (2020). The effect of crop residues, cover crops, manures and nitrogen fertilization on soil organic carbon changes in agroecosystems: a synthesis of reviews. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 25(6), 929-952. <https://doi.org/10.1007/s11027-020-09916-3>

Bolinder, M. A., Freeman, M., Kätterer, T. (2017). *Sammanställning av underlag för skattning av effekter på kolinlagring genom insatser i Landsbygdsprogrammet*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för ekologi, enheten för Systemekologi. <https://docplayer.se/105538938-Sveriges-lantbruksuniversitet-org-nr-institutionen-for-ekologi-enheten-for-systemekologi.html>

Conant, R. T., Cerri, C. E., Osborne, B. B. & Paustian, K. (2017). Grassland management impacts on soil carbon stocks: a new synthesis. *Ecological Applications*, 27(2): 662-668. <https://doi.org/10.1002/eap.1473>

EASAC (European Academies Science Advisory Council). (2022). *Regenerative Agriculture in Europe*. EASAC policy report 44, April 2022. ISBN: 978-3-8047-4372-4
https://easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/Regenerative_Agriculture/EASAC_RegAgri_Web_290422.pdf

Feliciano, D., Ledo, A., Hillier, J., & Nayak, D. R. (2018). Which agroforestry options give the greatest soil and above ground carbon benefits in different world regions? *Agriculture Ecosystems & Environment*, 254, 117-129. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.11.032>

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 (2007). *IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4-wg2-intro.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>

LIFE Carbon Farming Scheme (2022). *Guidance for future carbon farming schemes. Best practices for expanding carbon sequestration activities*. https://content.st1.fi/sites/default/files/2022-06/LIFE%20Carbon%20Farming%20Scheme%20final%20report%2001062022.pdf?_gl=1*1fh2dlw*_ga*MTkzODMyNDg1MC4xNjYyNTU2MDc4*_ga_76166H0SHO*MTY2NzgxMjE3NC4zLjEuMTY2NzgxMjE5My4wLjAuMA

Mayer, S., Wiesmeier, M., Sakamoto, E., Hubner, R., Cardinael, R., Kuhnel, A., & Kogel-Knabner, I. (2022). Soil organic carbon sequestration in temperate agroforestry systems - A meta-analysis. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 323, Article 107689. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107689>

Paustian, K., Collier, S., Baldock, J., Burgess, R., Creque, J., DeLonge, M., Dungait, J., Ellert, B., Frank, S., Goddard, T., Govaerts, B., Grundy, M., Henning, M., Izaurralde, R.C., Madaras, M., McConkey, B., Porzig, E., Rice, C., Searle, R., Seavy, N., Skalsky, R., Mulhern, W. & Jahn, M. (2019). Quantifying carbon for agricultural soil management: from the current status toward a global soil information system. *Carbon Management*, 10(6), 567–587. <https://doi.org/10.1080/17583004.2019.1633231>

Poeplau, C., & Don, A. (2015). Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops - A meta-analysis. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 200, 33-41. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.10.024>

Powlson, D., Stirling, C., Jat, M., Gerard, B., Palm, C., Sanchez, P., Cassman, K. (2014). Limited potential of no-till agriculture for climate change mitigation. *Nature Climate Change* 4, 678–683. <https://doi.org/10.1038/nclimate2292>

Project drawdown (u.å.a). *Conservation agriculture*. <https://www.drawdown.org/solutions/conservation-agriculture> (Hämtad: 2020-11-9)

Project drawdown (u.å.b). *Regenerative annual cropping*. <https://www.drawdown.org/solutions/regenerative-annual-cropping> (Hämtad: 2020-11-9)

Ranaivoson, L., Naudin, K., Ripoche, A., Affholder, F., Rabearisoa, L., & Corbeels, M. (2017). Agro-ecological functions of crop residues under conservation agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37(4), Article 26. <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0432-z>

Toensmeier, E. (2016). *The Carbon Farming Solution -A Global Toolkit of Perennial Crops and Regenerative Agriculture Practices for Climate Change Mitigation and Food Security*. Chelsea Green Publishing Co.