

Til Landbrugsstyrelsen

—

Levering på bestillingen ” Estimering af kulstoflagringsværdier på afgrødeniveau for økologiske bedrifter”

Landbrugsstyrelsen har i bestilling sendt d. 27. august 2018 bedt DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug – om at estimeret kulstofbindingen (kg C/ha/år) på afgrødekodeniveau eller alternativt indplacere afgrøderne i kulstoflagringskategorier.

—

Besvarelsen i form af et notat blev leveret d. 10. september 2018. Efterfølgende ønskede Landbrugsstyrelsen en uddybning af dele af notatet. I denne besvarelse, der erstatter den tidligere indsendte, er kulstoflagring fra flerårige afgrøder inkluderet, og teksten er præciseret i forhold til betydningen af højt/lavt produktionsniveau.

Notatet er udarbejdet af professor Bent T. Christensen og professor Jørgen E. Olesen fra Institut for Agroøkologi ved Aarhus Universitet. Seniorforsker Ingrid K. Thomsen fra samme institut har været fagfællebedømmer, og notatet er revideret i lyset af hendes kommentarer.

Besvarelsen er udarbejdet som led i ”Rammeaftale om forskningsbaseret myndighedsbetjening mellem Miljø- og Fødevareministeriet og Aarhus Universitet” under ID 2.15 i ”Ydelsesaftale Planteproduktion 2018-2021”.

—

Venlig hilsen

Lene Hegelund

DCA - Nationalt Center for
Fødevarer og Jordbrug

Lene Hegelund
Specialkonsulent

Dato 25. september 2018

—

Direkte tlf.: 8715 7441
Mobiltlf.: 9350 8931
E-mail:
lene.hegelund@dca.au.dk

Afs. CVR-nr.: 31119103
Journal 2018-760-000727



Estimering af kulstoflagringsværdier på afgrødeniveau for økologiske bedrifter

Af Bent T. Christensen og Jørgen E. Olesen, Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet

Baggrund

I forbindelse med Vækstplan for dansk økologi skal der indføres et kulstofbindingskrav til de økologiske bedrifter, så økologernes sædskifter vedligeholder eller øger jordens indhold af organisk materiale. Landbrugsstyrelsen har derfor 27. august 2018 fremsendt en bestilling til DCA AU-Planteproduktion med titlen: Estimering af kulstoflagringsværdier på afgrødeniveau for økologiske bedrifter. Bestillingen er bilagt et regneark med 358 afgrødekoder. Landbrugsstyrelsen ønsker estimater for kulstofbinding (kg C/ha/år) på afgrødekodeniveau. Såfremt der ikke foreligger eksakte værdier for de enkelte afgrødekoder, kan koderne indplaceres i forskellige kategorier af kulstoflagring som fx etårige afgrøder, græs/kløvergræs og efterafgrøder.

Besvarelse

Indledning

For langt de fleste afgrødekoder foreligger der ikke resultater, der kan underbygge estimering af den specifikke effekt af afgrøden på jordens kulstofpulje. En estimering af driftsafledte ændringer i jordens kulstofpulje må baseres på et relevant og troværdigt talgrundlag, og en opdeling af driftstiltag på specifikke afgrødekoder kan ikke underbygges fagligt. Ved estimering af potentialet for kulstoflagring vil en opdeling på driftsmæssige virkemidler være mere retvisende. En afgrøde vil dog kunne give forskellig kulstofbinding. For eksempel vil virkningen af halmnedmuldning på jordens kulstofindhold afhænge af mængden af halm, der nedmuldes. Tilsvarende vil effekten af en græsmark afhænge af markens produktivitet.

Visse driftsformer som fx frugttræer, flerårige energiafgrøder og skovrejsning indebærer en betydelig opbygning af kulstof i overjordisk vedmasse. Denne opbygning er ikke medregnet i denne besvarelse, der alene omfatter kulstof i jord.

Det foreslås, at kulstoflagringsværdier for økologiske bedrifter baseres på stærkt forenklede og gennemskuelige kategorier. Denne besvarelse tager udgangspunkt i kategorier af driftstiltag, hvor estimering af potentiale for kulstoflagring baseres på et eksperimentelt og fagligt funderet grundlag.

En del driftstiltag vil også påvirke mængden af tilbageført kvælstof, der er en kilde til lattergas. Dette gælder især ved nedmuldning af kvælstofrig plantemasse, fx græsmarker eller efterafgrøder (Pugesgaard et al., 2017). Denne øgede udledning af lattergas kan helt eller delvis ophæve effekten af øget kulstoflagring på netto drivhusgasudledning (Olesen et al., 2018).

Jordens kulstofbalance

Jordens kulstoflager afspejler balancen mellem den fortsatte omsætning af jordens organiske pulje med tilhørende tab af kulstof og tilførslen af kulstof med planterester og anden organisk gødning. Ændringer i den dyrkede jords kulstoflager sker kun langsomt. Virkningen af et givent driftstiltag kan derfor først måles, når tiltaget har været anvendt i en årrække. Desuden vil virkningen af et givent tiltag være aftagende med årene, idet der med tiden på ny opstår ligevægt mellem tilførsel af kulstof og frigivelse af kulstof fra jordpuljen. For normalt dyrket jord vil der opnås ligevægt inden for en periode på 20 til 50 år (Christensen & Johnston, 1997).

Virkningen af et givent driftstiltag på kulstofbinding vil afhænge af jordens kulstofindhold i udgangspunktet. Såfremt den dyrkede jord allerede har et højt indhold af kulstof vil muligheden for yderligere kulstofbinding være ubetydelig, mens en dyrket jord med lavt udgangspunkt kan have et betydeligt potentiale. Potentialet for kulstofbinding afhænger desuden af jordens tekstur, idet langtidslagring af kulstof er knyttet til jordens indhold af ler. Ved samme driftsform vil lerjord have en lidt større bindingskapacitet end sandjord (Schjønning, 1986), men effekten kan i praksis være beskeden (Taghizadeh-Toosi & Olesen, 2016). Bidraget til jordens kulstoflager er nøje knyttet til mængden af kulstof, der tilføres dyrkningslaget med afgrøderester (Christensen & Johnston, 1997; Hu et al., 2018a).

Kategorier for kulstofbinding

På baggrund af forsøg, hvor driftsfaktorer har været fastholdt over længere tid, kan der for disse estimeres gennemsnitlige effekter på jordens kulstofbalance. De nedenfor angivne værdier refererer til 0-25 cm dybde i jord med ca. 10 % ler og ca. 1,2 % kulstof, der i udgangspunktet indgår i et sædskifte domineret af etårige afgrøder uden halmnedmuldning og uden brug af efterafgrøder.

Etårige afgrøder

Uden halmnedmuldning og efterafgrøder: ingen effekt (0 t C/ha/år). Dette anvendes som reference for de øvrige tiltag.

Græs og kløvergræs

For græs- og kløvergræs vil kulstoflagringen afhænge af produktionsniveauet, der bestemmer hvor store mængder kulstof (og kvælstof), der tilbageføres jorden i planterester. For græs- og kløvergræs ved højt produktionsniveau forudsættes, at disse i økologisk jordbrug afgræsses eller indgår i slæt med gødskning med husdyrgødning (kvæggylle). Dette kan også omfatte brug af kløvergræs til biogas med tilbageførsel af det afgassede materiale (Thomsen et al., 2013). Effekten er således betinget af, at en del af det høstede plantemateriale tilbageføres i form af husdyrgødning eller afgasset biomasse. I praktisk økologisk dyrkning vil alle disse marker have en moderat eller højt indhold af kløver. Det høje produktionsniveau kan forekomme uanset om græsmarken indgår i et sædskifte eller henligger som vedvarende græs. Græsmarker ved et lavt produktionsniveau vil have et lavt indhold af kløver og et lavt gødningsniveau. Dette svarer typisk

til braklagte arealer eller overdrevarsarealer med lavt græsningstryk. Der forventes følgende kulstoflagring afhængigt af produktionsniveau:

Højt produktionsniveau: 1 t C/ha/år (Christensen et al., 2009; Taghizadeh-Toosi et al., 2014; Schjøning et al., 2012; Hu et al., 2018a).

Lavt produktionsniveau: 0,3 t C/ha/år (Hu et al., 2018b).

Halmnedmuldning

Effekten af halmnedmuldning vil afhænge af mængden af halm, der tilbageføres. De generelt lave udbytter i kornafgrøder i økologisk jordbrug giver lavere halmudbytter end i tilsvarende konventionelle systemer. Data fra de langvarige sædskifteforsøg på Foulum viser halmudbytter i vårsæd på ca. 3-5 t halm/ha (Shah et al., 2017). Det lave halmudbytte på 3 t halm/ha svarede til et økologisk ugødet system, og det høje halmudbytte på 5 t/ha svarer til et gødet økologisk system (Shah et al., 2017). Der er i økologisk jordbrug typisk ikke forskel på halmudbytter mellem vårsæd og vintersæd. Der anvendes følgende kulstoflagring afhængig af halmudbytte (Thomsen & Christensen, 2004):

Højt produktionsniveau (6 t halm/ha): 0,4 t C/ha/år.

Lavt produktionsniveau (3 t halm/ha): 0,2 t C/ha/år.

For de nævnte halmudbytter ovenfor svarer dette for ugødede kornafgrøder til 0,2 ton C/ha/år og for gødede kornafgrøder til 0,33 t C/ha/år.

Efterafgrøder og græs- og kløvergræsudlæg

Efterafgrøder, græs- og kløvergræsudlæg: 0,3 t C/ha/år (Hansen et al., 2000; Schjøning et al., 2012; Hu et al., 2018a).

Flerårige afgrøder (energi afgrøder, frugtplantage og skov)

Kulstoflagring efter omlægning fra landbrug i omdrift til vedplanter afhænger i betydelig grad af typen af vegetationen, som især påvirker mængden af kulstofinput til jorden og hvor hurtigt dette materiale nedbrydes (Barcena et al., 2014). Ved skovrejsning vil der i de første år generelt ske et fald i jordens kulstofindhold fulgt af en stigning i de følgende år, hvilket følger af tidsprofilen i tilførsel af planterester. Over en 30-årig periode efter skovrejsning på landbrugsjord er det fundet at jordens kulstofindhold i gennemsnit øges med 0,07 t C/ha/år for løvtræ og 0,3 t C/ha/år for nåletræ (Vesterdal et al., 2002).

Kulstoflagringen ved etablering af flerårige energi afgrøder (pil og poppel) på landbrugsjord er af Georgiadis et al. (2017) fundet at udgøre 0,18 t C/ha/år. Denne effekt forudsætter, at der konstant tilføres kulstof i planterester til jorden, og dette vil også være tilfældet for frugtplantager med et bunddække af græs, hvorimod det der for frugtplantager med bar jord kun vil være ringe tilførsel af planterester. Her udsættes derfor, at der for flerårige energi afgrøder og frugtplantager med

græsdekke vil være et kulstoflagring på ca. 0,2 t C/ha, hvorimod der for frugtplantager ikke vil være nogen kulstoflagring ud over referencen.

Langsigtede effekter

Når et givent driftstiltag med kulstofbindende effekt indføres, vil der ske en stigning i jordens kulstoflager, indtil der på ny opnås ligevægt. Ved ophør af driftstiltaget vil den kulstofbindende effekt ophøre, og der vil ske et nettotab af kulstof fra jorden (negativ kulstofbinding), indtil der nås et kulstofindhold i jorden, der svarer til indholdet før driftstiltaget blev indført. Det er således væsentligt at understrege, at der er tale om reversible virkemidler.

Referencer

- Barcena, T.G., Kiær, L.P., Vesterdal, L., Stefansdottir, H.M., Gundersen, P. & Sigurdsson, B.D. (2014). Soil carbon stock change following afforestation in Northern Europe: a meta-analysis. *Global Change Biology* 20, 2393–2405.
- Christensen, B.T. & Johnston, A.E. (1997). Soil organic matter and soil quality – lessons learned from long-term experiments at Askov and Rothamsted. *Developments in Soil Science* 25, 399-430.
- Christensen, B.T., Rasmussen, J., Eriksen, J. & Hansen, E.M. (2009). Soil carbon storage and yields of spring barley following grass leys of different age. *European Journal of Agronomy* 31, 29-35.
- Geordiadis, P., Vesterdal, L., Stupak, I. & Raulund-Rasmussen, K. (2017). Accumulation of soil organic carbon after cropland conversion to short-rotation willow and poplar. *Global Change Biol. Bioenergy* 9, 1390-1401.
- Hansen, E.M., Djurhuus, J. & Kristensen, K. (2000). Nitrate leaching as affected by introduction or discontinuation of cover crop use. *Journal of Environmental Quality* 29, 1110-1116.
- Hu, T., Sørensen, P. & Olesen, J.E. (2018a). Soil carbon varies between different organic and conventional management schemes in arable agriculture. *European Journal of Agronomy* 94, 79-88.
- Hu, T., Taghizadeh-Toosi, A., Olesen, J.E., Jensen, M.L., Sørensen, P. & Christensen, B.T. (2018b). Converting temperate long-term arable land into semi-natural grassland: decadal-scale changes in topsoil C, N, ¹³C and ¹⁵N contents. *European Journal of Soil Science* (rev. Manus.).
- Olesen, J.E., Petersen, S.O., Lund, P., Jørgensen, U., Kristensen, T., Elsgaard, L., Sørensen, P. & Lassen, J. (2018). Virkemidler til reduktion af klimagasser i landbruget. DCA rapport, nr. 130.
- Pugesgaard, S., Petersen, S.O., Chirinda, N. & Olesen, J.E. (2017). Crop residues as driver for N₂O emissions from a sandy loam soil. *Agricultural and Forest Meteorology* 233, 45-54.
- Schjøning, P. (1986). Nedmuldning af halm ved ensidig dyrkning af vårbyg II. Indflydelse af halm og stubbearbejdning på jordens indhold af kulstof, kvælstof, kalium og fosfor. *Tidsskrift for Planteavl* 90, 141-149.
- Schjøning, P., de Jonge, L.W., Munkholm, L.J., Moldrup, P., Christensen, B.T. & Olesen, J.E. (2012). Drivers for dispersibility and soil friability – test of the clay carbon saturation concept. *Vadose Zone Journal* 11, doi:10.2136/vzj2011.0067.
- Shah, A., Askegaard, M., Rasmussen, I.A., Jimenez, I.M.C. & Olesen, J.E. (2017). Productivity of organic and conventional arable cropping systems in Denmark. *European Journal of Agronomy* 90, 12-22.
- Taghizadeh-Toosi, A. & Olesen, J.E. (2016). Modelling soil organic carbon in Danish agricultural soils suggests low potential for future carbon sequestration. *Agricultural Systems* 145, 83-89.
- Taghizadeh-Toosi, A., Olesen, J.E., Kristensen, K., Elsgaard, L., Østergaard, H.S., Lægdsmand, M., Greve, M.H. & Christensen, B.T. (2014). Changes in carbon stocks of Danish agricultural mineral soils between 1986 and 2009. *European Journal of Soil Science* 65, 730-740.
- Thomsen, I.K. & Christensen, B.T. (2004). Yields of wheat and soil carbon and nitrogen contents following long-term incorporation of barley straw and ryegrass catch crops. *Soil Use and Management* 20, 432-438.
- Thomsen, I.K., Olesen, J.E., Møller, H.B., Sørensen, P. & Christensen, B.T. (2013). Carbon dynamics and stabilization in soil after anaerobic digestion of dairy cattle feed and faeces. *Soil Biology and Biochemistry* 58, 82-87.
- Vesterdal, L., Ritter, E. & Gundersen, P. (2002). Change in soil organic carbon following afforestation of former arable land. *Forest Ecology and Management* 169, 137-147.