

Notat: Projekt 7854, mod klimaneutral planteproduktion, AP2

Beregning af potentialet for kulstoflagring på landsplan ud fra data fra Kvadratnetsundersøgelsen

Annette Vibeke Vestergaard

december 2020

RESUME

Der er et betydeligt potentiale i kulstoflagring i dansk landbrugsjord, idet næsten halvdel af C-analyserne fra pløjedybden i Kvadratnetsanalyser fra 2018/2019, viser et indhold af kulstof på mellem 0,4 og 1,6 pct. Antages det at dette niveau kan hæves til 2,6 – 2,9, svarer det til et humusindhold på 4,5 til 5 pct. Dette niveau afspejler et beregnet mætningspunkt for danske jordtyper i regnearket PlantePro, som er udviklet ud fra C-tool modellen fra AU. Med udgangspunkt i dyrkningstiltag for jorder med lavt C-indhold, er potentialet for kulstoflagring beregnet ved, at opskalere fordelingen af analyseresultater fra Kvadratnetsundersøgelsen til hele landbrugsarealet. Med udgangspunkt i anvendte dyrkningstiltag i PlantePro, hvor humusindholdet øges til mætning over en 100-årig periode, svarer det til et årligt kulstoflagringspotentiale på 6 mio. ton CO₂ ækv. indenfor en 10-årig periode, mens effekten i perioden 50-100 år er reduceret til under 1 mio. ton CO₂ ækv. om året. En så betydelig opbygning vil kræve nye dyrkningstiltag og input fra nye biomasser. Eksempelvis større recirkulering, brug af biochar produceret både af biomasser indenfor og udenfor landbrugsproduktionen, et større græsareal f.eks. til fremstilling af protein, nye afgrøder og afgrøder med større rodvækst.

METODE

Der er taget udgangspunkt i anvendelse af analyseresultater fra Kvadratnetsundersøgelsen fra 2018/2019. Det er kun de 'rå' C-analyser som er offentliggjort, - dvs. resultaterne er endnu ikke analyseret i forhold til dyrkningspraksis, jordtype og geografisk beliggenhed og disse parametre indgår derfor ikke.

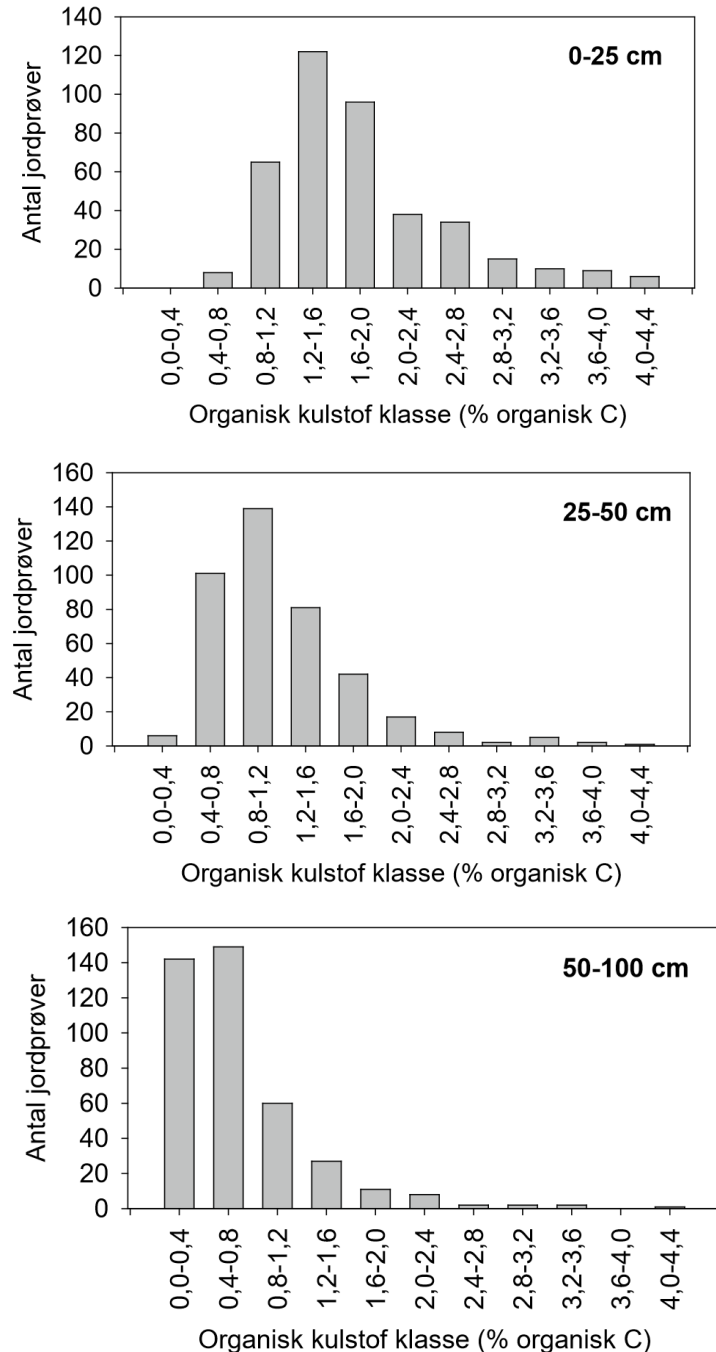
Potentialet er en tilnærmet beregning baseret på fordelingen i analyseresultaterne og herefter opskaleres til hele landbrugsarealet.

Der anvendes et teoretisk mætningspunkt for jordens indhold af organisk materiale i 0-25 cm's dybde, som kan opnås ved dyrkningsmæssige tiltag, beregnet i regnearksprogrammet PlantePro. Regnearket inkluderer kun pløjelaget, så der regnes kun på en teoretisk C-opbygning i 0-25 cm's dybde, selvom Kvadratnetsanalyserne er taget i intervaller ned til 1 meters dybde.

Potentialet for opbygning sættes til 0 for jord med analyser som svarer til et humusindhold på 4,5 pct.

STATUS PÅ JORDENS INDHOLD AF KULSTOF

Resultater af seneste kvadratnetundersøgelse ses i nedenstående figur, som viser antal prøver og indhold i 3 forskellige dybder.



Figur 1. Indhold af kulstof i jorden i 412 kvadratnetpunkter fra 2018-2019, fordelt på jorddybderne 0-25 cm, 25-50 cm og 50-100 cm. ¹

Kulstof udgør ca. 58 pct. af humus. Omregnet til omtrentligt humusindhold, giver resultaterne fra figur 1 den procentvise fordeling af resultaterne som vist i tabel 1. Resultaterne viser, at ca. 11 pct. af prøverne har et humusindhold i pløjelaget på over 5 pct. Resultaterne viser også, at indholdet falder betydeligt i underjorden. Som tommelfingerregel angives ofte, at et humusindhold på

omkring 5 pct er optimalt for planteproduktionen. Ved dette indhold er der ofte et godt vand- og luftskifte, grundlag for et mangfoldigt jordliv og en god krummestruktur. Det gennemsnitlige humusindhold er på ca. 3 pct. i 0-25 cm dybde, 2 pct. i 25-50 cm dybde og godt 1 pct. i 50-100 cm dybde.

Tabel 1. Den procentvise fordeling af prøver i forhold til humusindhold og jorddybde.

| Humusindhold, % | 0,3 | 1,0 | 1,7 | 2,4 | 3,1 | 3,8 | 4,5 | 5,2 | 5,9 | 6,6 | 7,2 |
|-----------------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0-25 cm | 0,0 | 1,9 | 16,3 | 29,6 | 22,8 | 9,5 | 8,5 | 4,1 | 2,9 | 2,4 | 1,9 |
| 25-50 cm | 1,5 | 24,8 | 34,0 | 20,1 | 10,2 | 4,4 | 1,9 | 1,0 | 1,2 | 0,7 | 0,2 |
| 50-100 cm | 34,5 | 36,4 | 14,8 | 6,6 | 2,9 | 2,4 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,0 | 0,2 |

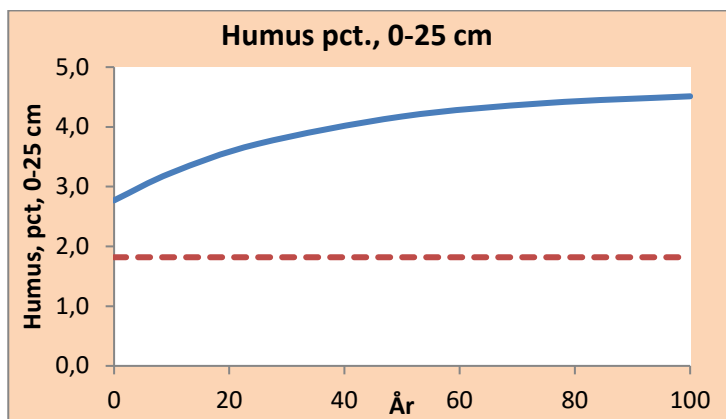
BEREGNET TEORETISK POTENTIALE FOR KULSTOFOPBYGNING

Potentialet for opbygning af kulstof i overjorden ved ændret dyrkningspraksis kan beregnes i programmet PlantePro, som er et regneark udviklet ud fra C-tool-modellen.

Potentialet over tid kan estimeres ud fra et 'ligevægtpunkt', illustreret ved det humusindhold i jorden, hvor opbygningskurven flader ud. Se eksempel i nedenstående figur 2, hvor ligevægtpunktet er ved 4,5 pct. humus efter 100 år – og med et udgangspunkt i år 0 på 2,8 pct., som er middelhøjt for en dansk lerjord. Ved den pågældende dyrkningspraksis kan jordens humusindhold således hæves, indtil der opstår en ligevægt mellem tilførsel og omsætning som betyder, at der skal yderligere opbyggende tiltag til, for at øge humusindholdet yderligere.

Jo lavere udgangspunktet er, des hurtigere kan der opbygges kulstof, som afspejler et stejlt kurveforløb i de første 0-25 år. Stigende lerindhold i jorden øger ligeledes opbygningen, så lerjorder har et mere stejlt kurveforløb først i perioden, sammenlignet med sandjorde. Tidligere kvadratanalyser viser, at sandjordene i Danmark har det højeste kulstofindhold pga. stor husdyrtæthed og græsandel. Sandjordene udgør godt 60 pct. af landbrugsarealet, mens lerjord udgør godt 30 og det resterende areal er humusjord.

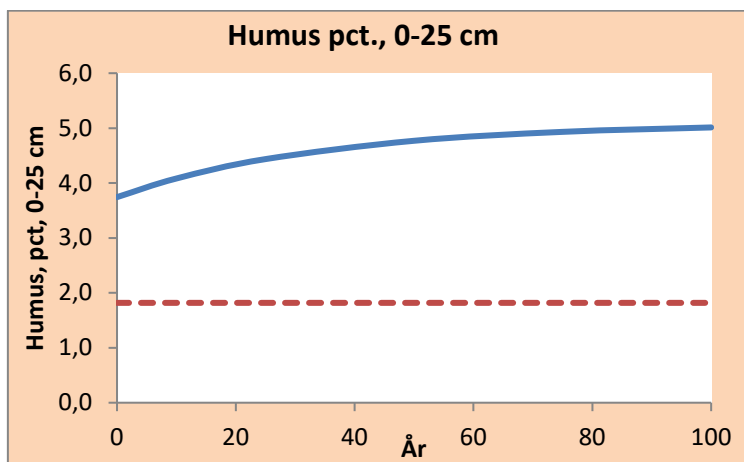
Indsatsområderne til at øge kulstofindholdet er at øge andelen af græs og efterafgrøder og feks. anvende halmnedmuldning og tilføre husdyrgødning eller anden organisk gødning. Ved anvendelse af disse tiltag viser beregninger, at der opstår en ligevægt ved omkring 4,5 til 5 pct. humus, indenfor jordtyperne Jb 1-7. På de egentlige humusjorder kan dyrkningstiltag ikke øge kulstofindholdet, tværtimod.



| År | Kulstof i 0-25 cm, ton C pr. ha | Humus pct, 0-25 cm |
|-----|---------------------------------|--------------------|
| 0 | 56,8 | 2,8 |
| 10 | 66,2 | 3,2 |
| 25 | 76,1 | 3,7 |
| 50 | 85,5 | 4,2 |
| 75 | 90,1 | 4,4 |
| 100 | 92,4 | 4,5 |

Figur 2. Eksempel på udvikling i jordens humusindhold på lerjord, med et humusindhold på 2,8 beregnet i regnearket Plantepro²

Resultaterne af Kvadratnetundersøgelsen viser, at knapt halvdelen af prøverne af overjorden viser et indhold på 2,8 pct. humus eller lavere. En tredjedel af prøverne har et humusindhold på mellem 2,8 og op til 4,5, mens de resterende ca. 20 pct. har et humusindhold på 4,5 pct. eller over. Jord med et højere udgangspunkt har typisk en udvikling i humusindholdet som vist i figur 3. Effekten af jordtypen er fhv. lav, dvs. kurveforløbet er rimeligt ens for både sand- og lerjorder.



| År | Kulstof i 0-25 cm, ton C pr. ha | Humus pct, 0-25 cm |
|-----|---------------------------------|--------------------|
| 0 | 74,1 | 3,7 |
| 10 | 80,8 | 4,1 |
| 25 | 87,8 | 4,4 |
| 50 | 94,4 | 4,8 |
| 75 | 97,6 | 4,9 |
| 100 | 99,2 | 5,0 |

Figur 3 Eksempel på udvikling i jordens humusindhold på sandjord, med et humusindhold på 3,7 beregnet i regnearket Plantepro²

Landbrugsarealet udgør 2.511.108 ha³, beregnet som det totale landbrugsareal minus udyrket areal, areal med gartneri, juletræer og udtagne arealer. Idet kvadratnetpunkterne er jævnt fordelt over hele landet, kan andelen af prøver med et kulstofindhold hhv. under 2,8 og mellem 2,8 og under 4,5 antages at udgøre hhv. 47 og 32 pct. af landbrugsarealet.

Anvendes beregningseksemplerne i figur 2 og 3, beregnes den årlige kulstoflagrings- og dermed CO₂-effekt som ses i tabel 2.

Tabel 2. Beregnet årligt potentiale i kulstofopbygning

| Periode | | | 0-10 år | | | 10-25 år | | |
|---------------------------------|-------------------|-----------|---------------|-------------------------|---------------------------------|----------|-------------------------|---------------------------------|
| | | | Årlig lagring | | | | | |
| Potentiale | Pct. af lb. areal | Ha i alt | ton C/ha | ton CO ₂ /ha | ton CO ₂ , landsplan | ton C/ha | ton CO ₂ /ha | ton CO ₂ , landsplan |
| Arealer med <2,8 pct humus | 47 | 1.180.221 | 0,94 | 3,45 | 4.067.828 | 0,66 | 2,42 | 2.856.134 |
| Arealer med >2,8 <4,5 pct humus | 32 | 803.555 | 0,67 | 2,46 | 1.974.066 | 0,47 | 1,71 | 1.374.971 |
| Total | | | | | 6.041.893 | | | 4.231.105 |

| Periode | | | 25-50 år | | | 50-100 år | | |
|---------------------------------|-------------------|-----------|---------------|-------------------------|---------------------------------|-----------|-------------------------|---------------------------------|
| | | | Årlig lagring | | | | | |
| Potentiale | Pct. af lb. areal | Ha i alt | ton C/ha | ton CO ₂ /ha | ton CO ₂ , landsplan | ton C/ha | ton CO ₂ /ha | ton CO ₂ , landsplan |
| Arealer med <2,8 pct humus | 47 | 1.180.221 | 0,38 | 1,38 | 1.627.131 | 0,14 | 0,51 | 597.192 |
| Arealer med >2,8 <4,5 pct humus | 32 | 803.555 | 0,26 | 0,97 | 777.841 | 0,10 | 0,35 | 282.851 |
| Total | | | | | 2.404.972 | | | 880.043 |

Resultaterne afspejler potentialet for indlejring i pløjelaget. Hertil kommer en effekt i underjorden. Tidligere kvadratnetsundersøgelser viser, at kulstofindholdet på sandjord (Jb 1 i 2009⁴) var på 78 t C/ha, mens det på lerjord (Jb 6) var på 54 ton pr. ha. Kulstofindholdet på sandjord er steget fra 1986 til 1996, mens det var svagt faldende i perioden 1996-2009, hvorimod indholdet på lerjordene har været faldende i begge perioder. I hele perioden er husdyrholdet faldende, mens efterafgrødekravet har været stigende. Det vil derfor kræve omfattende tiltag at opnå den beregnede kulstofopbygning som angivet i tabellen. I tidsperioden 0-10 år, hvor humusindholdet er <2,8 pct., øges indholdet med knapt 1 ton C/ha årligt. Det svarer til effekten af græs eller effekten af efterafgrøder, halmnedmulding og husdyrgødning.

Arealer med humusindhold på 2,8 – 4,5 vil være domineret af sandjord jf. tidligere kvadratnetsundersøgelser. Her er der i forvejen en høj andel af efterafgrøder, husdyrgødning og græs. Skal humusopbygningen øges, kan det til dels ske ved at erstatte en betydelig andel af majsarealet med græs, men da majsarealet kun udgør knapt 190.000 ha, vil det også kræve tilførsel af ekstra biomasse, udover de kilder som anvendes i dag.

På planteavlsejendommene på lerjord, skal et årligt tab vendes til en opbygning på næsten 1 t C/ha. Det vil kræve ikke blot et øget græsareal, flere efterafgrøder og afgrøderester i marken, men også tilførsel af betydelige mængder af ekstra kulstof fra yderligere recirkulering af biomasse. Det kan eksempelvis være biochar fra halm, som har en længere omsætningstid end halm, eller biochar fra andre restprodukter udenfor landbrugssektoren, såsom træpiller.

Implementering af det stigende efterafgrødekrav vil bidrage til kulstoflagringen.

Skal potentialet opfylds, er der umiddelbart behov for (mere husdyrgødning eller) større recirkulering, nye biomasserige afgrøder og afgrødetyper med kraftigere rodvækst.

KILDER

- 1: Elsgaard, Lars: Indlæg ved Plantekongressen 2020: file:///C:/Users/avv/AppData/Local/Temp/PI_20_55_1_Udviklingen_i_jordens_kulstofindhold_i_Kvadratnettet.pdf
- 2: Beregn jordens humusindhold i Plantepro: https://www.landbrugsinfo.dk/basis/2/a/5/jordbund_beregn_udviklingen_i_jordens_humusindhold_med_plantepro_kulstofberegner
- 3: Danmarks statistik, landbrugsarealet 2020: <https://www.dst.dk/da/Statistik/nyt/NytHtml?cid=30807>
- 4: Udvikling i jordens kulstofindhold fra 1986-2009: https://www.landbrugsinfo.dk/basis/b/9/4/jordbund_endringer_i_kulstofindholdet_i_landbrugsjord_fra_1986_til_2009