

Udvikling i jorden humusindhold beregnet med C-TOOL	Ansvarlig	benp
	Oprettet	01-12-2023
Projekt: 8512, Få styr på kulstoffet i jorden	Side	1 af 5

Udvikling i jorden humusindhold beregnet med C-TOOL

Landbrugsjordens humusindhold kan modelleres med kulstofbalancemodellen C-TOOL som er udviklet af Aarhus Universitet (Taghizadeh-Toosi et al. 2014). Seges Innovation har på baggrund af C-TOOL udviklet C-værktøj, hvor det er det muligt at opstille forskellige scenarier af afgrødefølger, halmhåndtering og tilførsel af husdyrgødning, samt jordbundsforhold, og lade modellen beregne udviklingen i jordens kulstofpuljer i over- og underjord op til 100 år frem i tiden.

C-værktøj er beskrevet her: [Værktøj til beregning af kulstoflagring i jord \(landbrugsinfo.dk\)](https://landbrugsinfo.dk/Vaerktoej-til-beregning-af-kulstoflagring-i-jord)

Kvadratnettet er en række punkter i Danmark, hvor der løbende udtages jordprøver og indsamles detaljeret information om dyrkningshistorik om både afgrøder, husdyrgødning, udbytter m.v. Med 10 års mellemrum udtages jordprøver til at bestemme jordens kulstofindhold. Der er udtaget prøver i 1986 ved etableringen af kvadratnettet samt i 1997-98, 2008-09 og 2018-19.

Udviklingen i kulstofindholdet i landbrugsjorden afhænger dels af kulstofniveauet i udgangspunktet og dels af den dyrkningspraksis som finder sted. Dyrkningspraksis, herunder afgrødevalget, bestemmer hvor stort input af kulstof til jorden er.

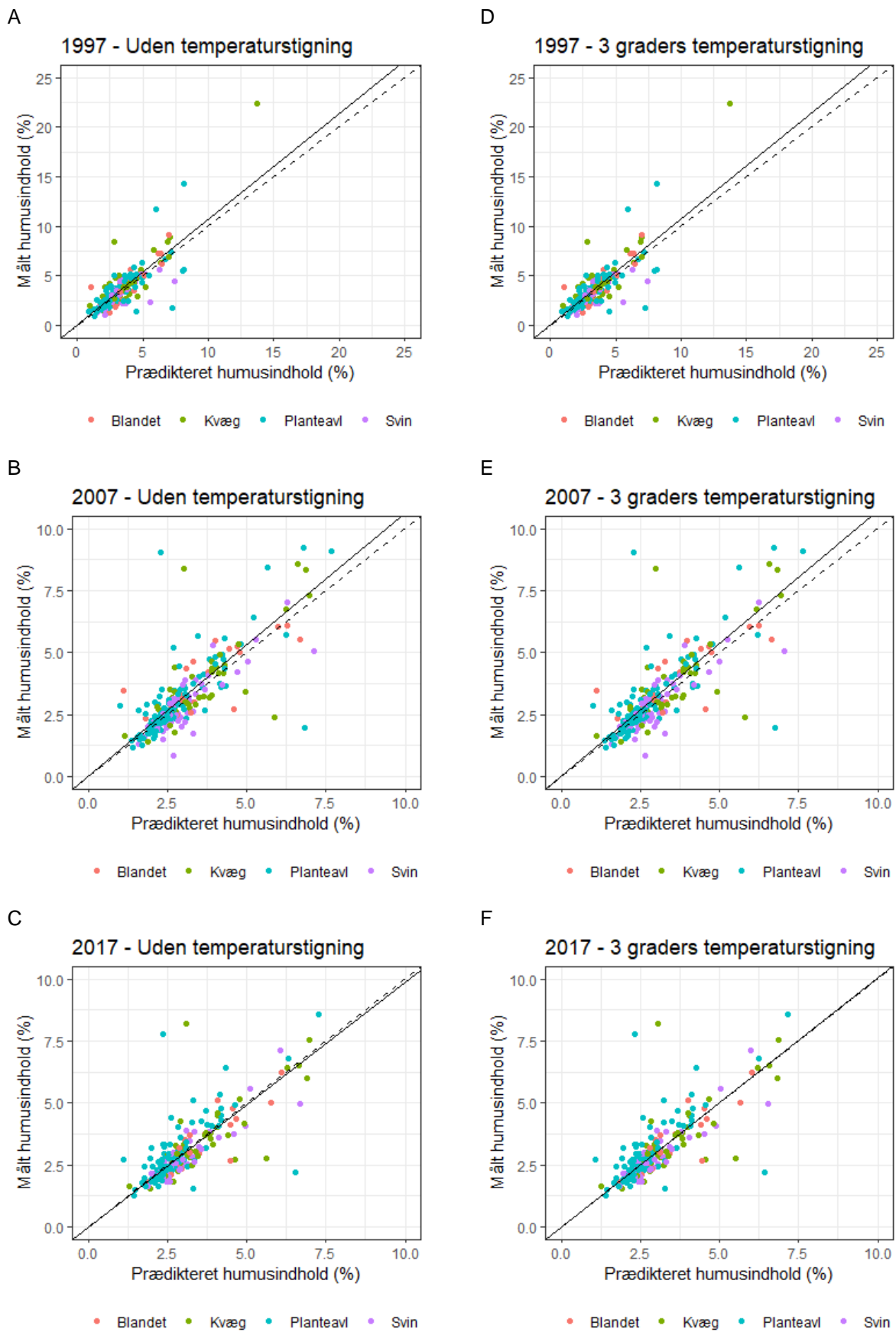
Kvadratnettet viser en udvikling i kulstofindhold over en 30-årig periode og kulstofindholdet. Den samme 30-årige periode kan modelleres med C-værktøj baseret på dyrkningshistorikken.

Resultater

På baggrund af data i kvadratnet-undersøgelsen og kulstofindholdet i 1986 er udviklingen i kulstofindhold i jorden prædikeret med C-værktøj. Dyrkningshistorik inklusiv tildeling af husdyrgødning i de år, som er tilgængelige i datasættet, er indtastet i C-værktøj. I de tilfælde, hvor udbytte er angivet, er også dette brugt i analysen. Er der ikke indtastet et udbytte, bruges et standardudbytte.

I figur 1 – A, B og C er det C-værktøj prædikerede humusindhold plottet mod det målte humusindhold for årene 1997-98, 2008-09 og 2018-19 ved en konstant temperatur over tid i de øverste 25 cm i jorden. Data vises kun for mineraljorde. I figur 1 – D, E og F er tilsvarende beregninger lavet for en temperaturstigning på 3 grader celsius over 100 år. Punkterne er inddelt efter bedriftstype på baggrund af den gennemsnitlige årlige kvælstoftilførsel i husdyrgødning og den dominerende type af husdyrgødning. Bedrifter med en kvælstoftildeling på under 80 kg N pr ha fra husdyrgødning er defineret som planteavl. I tabel 1 er sammenhængen mellem prædikeret og målt humusindhold beskrevet. Der er en stor sammenhæng mellem prædikeret og målt humusindhold i jorden til disse tre tidspunkter. Når beregningen laves uden temperaturstigningen ligger de prædikerede punkter marginalt tættere på 1:1 linjen, men forskellen er minimal.

Generelt ses en mindre overestimering af jordens humusindhold ved modellering med C-TOOL, men den er yderst beskedent. I 2007 rammer modellen meget tæt på de målte værdier i gennemsnit. Modellen performer ikke bedre ved at prædikere indholdet med en temperaturstigning på 3 grader over 100 år. Der ses ingen systematiske forskelle mellem de forskellige bedriftstyper.



Figur 1: Humusindhold i jorden prædikeret med C-værktøj ved 0 graders temperaturstigning (t.v.) og ved 3 grader celsius temperaturstigning (t.h.) for 1997-98, 2008-09 og 2018-19. Den stiplede linje markerer 1:1 linjen mens den fulde linje angiver den faktiske sammenhæng.

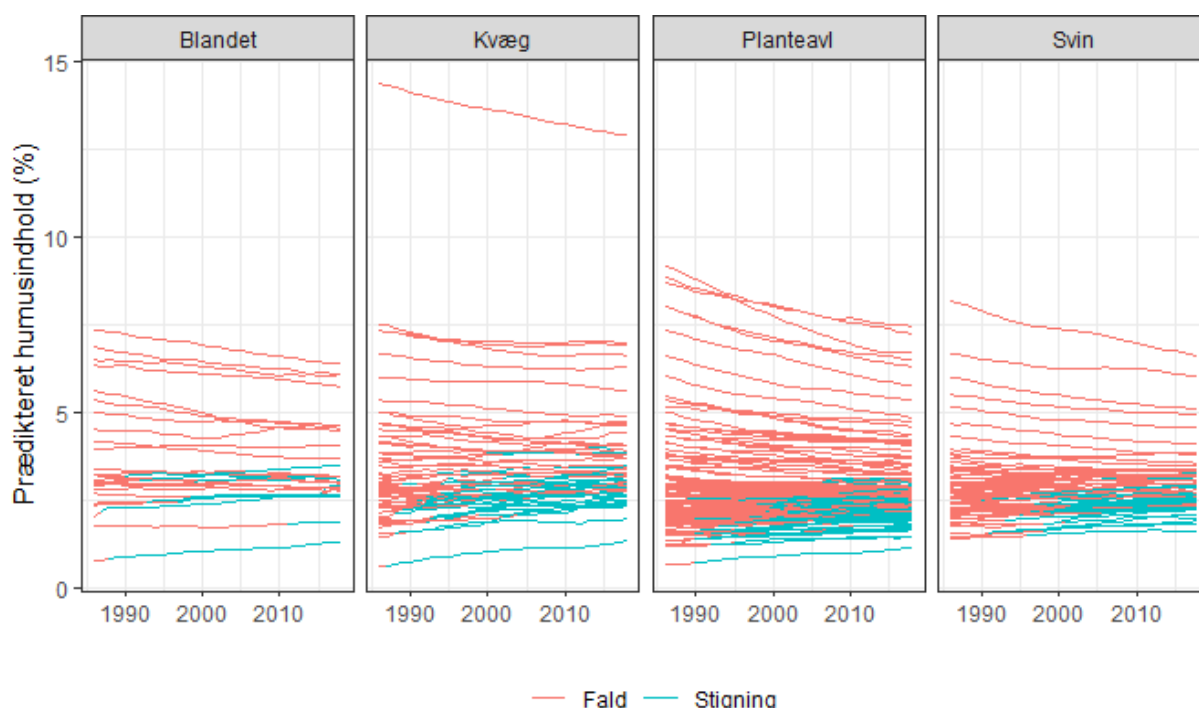
Tabel 1: Sammenhængen mellem prædikteret og målt humusindhold i 1997, 2007 og 2017.

År	Ingen temperaturstigning		3 graders temperaturstigning over 100 år	
	Hældning	R2	Hældning	R2
1997-98	1,070	0,919	1,072	0,919
2008-09	1,062	0,894	1,071	0,894
2018-19	0,990	0,936	1,004	0,936

Udvikling i humusindhold over tid

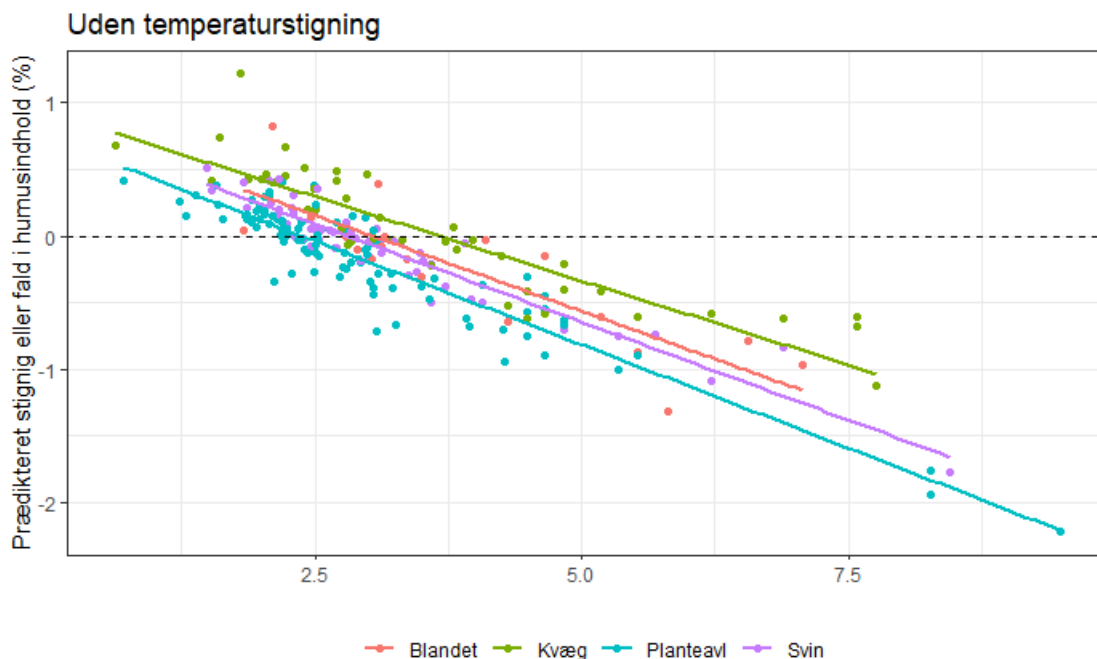
I figur 2 ses den prædikterede udvikling i humusindhold over tid fordelt på kvadratnetpunkter med tilde-ling af forskellig husdyrgødning. Den røde del af kurverne angiver situationer, hvor der estimeres et fald i forhold til udgangspunktet, mens de blå kurver angiver en stigning i jordens humusindhold. Dette viser tydeligt, at hvorvidt vi ser en stigning eller et fald i høj grad afhænger af humusindholdet i udgangspunktet. Det er ikke nogen overraskelse, idet kulstoflagring er en massebalance, hvor der skal tilføres mere kulstof end der omsættes for at der ses en stigning. Derfor går humusindholdet i jorden også mod en ligevægt over tid, hvis inputtet holdes konstant.

Ud fra figuren ses det også, at balancen mellem et fald og en stigning ikke ligger det samme sted i de fire kategorier for bedriftstyper. Specielt kvægbedrifter har generelt et højere niveau af humus i jorden og der ses en stigning ved et højere humusniveau. Det hænger sammen med at der på kvægbedrifter generelt er et større kulstofinput, både i form af husdyrgødning og af en høj frekvens af græs i sædskiftet.



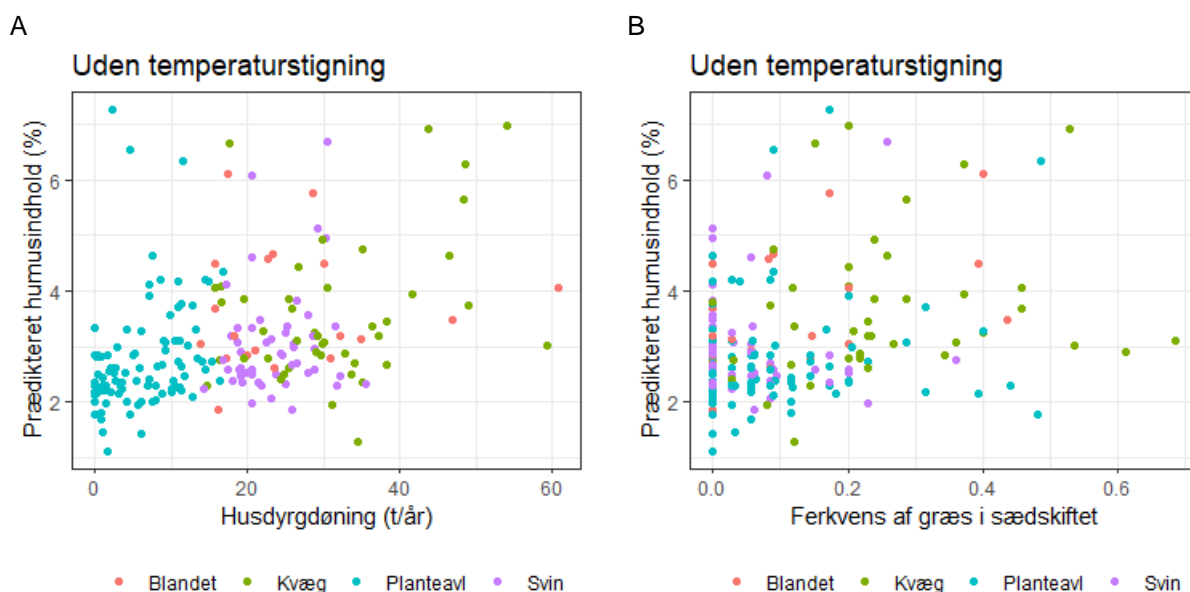
Figur 2: Udviklingen i humusindhold over tid for de fire bedriftstyper. Røde kurver angiver en faldende kurve mens blå kurver angiver en stigende kurve.

I figur 3 ses det prædikterede flad eller stigning i forhold til udgangspunktet. Skæringen med x-aksen indikerer, ved hvilket punkt der generelt ses stigninger eller fald i jordens humusindhold. Det indikerer ligeledes, at balancen i humusindhold ligger højest for kvægbedrifter og lavest hos planteavlere. Balancen ligger på henholdsvis 3,7; 3,0; 2,8 og 2,4 % for kvægkvægbrug, brug med blandet husdyrtilførsel, svinebrug og ved planteavl. Der er dog ikke nogen statistisk signifikant forskel på de fire typer og balancen ligger derfor i gennemsnit på 2,8 % humus.

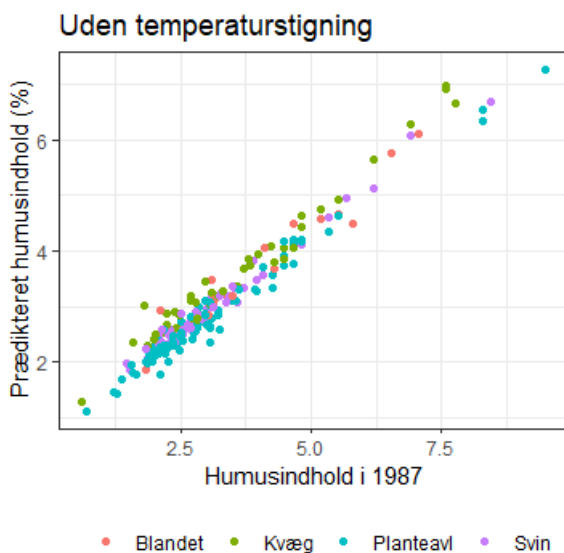


Figur 3: Prædikteret stigning eller fald som funktion af humusindholdet i udgangspunktet i 1987.

Ud over humusindholdet i udgangspunktet, er det samlede kulstofinput en betydende faktor i at prædikere udviklingen i humusindhold. Figur 4 viser sammenhængen mellem tilført husdyrgødning og frekvensen af græs i sædskiftet og det prædikterede humusindhold i 2018-19. Der ses en mindre sammenhæng, men den vigtigste faktor er kulstofindholdet i udgangspunktet. Det skyldes, at de observerede ændringer i humusindhold er relativt beskedne. Som det fremgår i figur 3 er hovedparten af de prædikterede ændringer +/- 1 procent point. Derfor vil humusindholdet i 1986 også gennemsnitligt ligge tæt på det modellerede humusindhold. De relativt små ændringer kan grundlæggende skyldes i hvert fald to forhold. For det første kan humusindholdet i de enkelte Kvadratnetpunkter være tæt på balance i forhold til den dyrkningsform som findes på arealet allerede i 1986, da modelleringen startes. Hvis det er tilfældet og dyrkningsformen ikke ændres, vil humusindholdet i jorden heller ikke ændres. Den anden grund kan være, at der skal en relativt stor ændring i dyrkningsforhold til, for at det resulterer i store modellerede ændringer i jordens humusindhold.



C



Figur 4

Opsamling

Udviklingen i humusindhold i kvadratnetpunkterne prædikeres generelt godt med C-værktøj. Der er ingen systematisk forskel i, om modellen fungerer bedre for nogle bedriftstyper end for andre. Ved enkelte punkter er den målte og prædikerede værdi meget forskellig. Det skyldes formentligt, at prøvetagningen ikke er foregået i det samme punkt. Humusindhold kan variere meget inden for små afstande, og dette afspejles i, at humusindholdet er ændret meget fra en prøvetagning til en anden.

De prædikerede ændringer i humusindhold er +/- 1 procentpoint. Humusindholdet i udgangspunktet er meget bestemmende for, om der ses et fald eller en stigning. Som gennemsnit giver kulstofinputtet anledning til en stigning, hvis jorden humusindhold er 2,8 % eller lavere. Det ses dog også, at denne balance ligger lavest for planteavl og højest for kvægbedrifter, hvilket følger det gennemsnitlige kulstofinput på bedriftstyperne.

Der er en mindre sammenhæng mellem andelen af græs i sædskiftet og mængden af husdyrgødning tilført og det prædikerede humusindhold. Den altoverskyggende faktor er dog humusindholdet i udgangspunktet.

Referencer:

Taghizadeh-Toosi et al., 2014. C-TOOL: A simple model for simulating whole-profile carbon storage in temperate agricultural soils. *Ecological Modelling* 292; 11-25.