

## Vejledning til brug af C-værktøj

### Introduktion.

I værktøjet 'C-værktøj' er kulstofbalance-modellen C-TOOL (Taghizadeh-Toosi et al., 2014) implementeret i et Excel-regneark. C-TOOL modellen simulerer jordens indhold af kulstof i over- (0-25 cm) og underjord (26-100 cm) ud fra information om sædskifte, udbytter, management, jordbund og klima. I værktøjet udfyldes dele af denne information af brugeren, mens andet trækkes fra tabeller. Når de krævede informationer er indtastet, er det således mulighed at se effekten, af den opstillede praksis og ændringer heri, på udviklingen i jordens kulstofindhold ud i fremtiden for en given mark.

Regnearket består af tre faner: Lokalitet, Input og Output. I denne vejledning gennemgås og forklares anvendelsen og indholdet i hver af disse faner.

Hent værktøjet [her](#).(link)

Feedback – forslag til ændringer, fejl o.a. – modtages gerne: hev@seges.dk

### Vejledning.

#### Fanen 'Lokalitet'.

Her angives information om jordbundsforhold for den aktuelle mark i beregningen. Brugeren skal angive JB-nummer, oprindelsen af jordens C-horisont (70-100 cm), samt om der er tale om lavbundsjord. Herefter angives lokalitet på baggrund af et kort over DMI's klimagrid. På baggrund af disse oplysninger laver værktøjet opslag i Typejordskortet (Greve et al., 2007) udviklet af Aarhus Universitet og trækker information om jordens kulstofindhold i over- og underjord, lerindhold over- og underjord, samt C/N forhold for hele profilen. Foreligger der teksturanalyser for den aktuelle mark, er det muligt at indtaste disse informationer (kulstofindhold, ler og C/N), som så anvendes i stedet for Typejordskortets oplysninger.

Angivelsen af lokalitet gør desuden, at der trækkes klima-norm temperatur for den aktuelle lokalitet.

Fanen består dels af to bokse (Figur 1), hvor information enten vælges i drop-down menuer eller indtastes, og dels af et Danmarkskort over DMI's klimagrid (Figur 2).

<b>Lokalitet</b>	
Klimagrid	<input type="text" value="10001"/> Se klimagrid på figuren ved siden af
Georegion	<input type="text" value="1"/> Thy
JB	<input type="text" value="JB1"/> Markvanding <input type="text" value="Nej"/>
C-horisont (70-100cm)	<input type="text" value="Diluvialsand"/>
Evt. lavbund	<input type="text" value="Vælg"/>
Typejord	<input type="text" value="1018"/>
<b>Brugerinformation - hvis teksturanalyse er tilgængelig</b>	
<b>Overjord</b>	
Ler-procent overjord (0-25cm)	<input type="text"/> %
Humusindhold overjord (0-25cm)	<input type="text"/> %
C/N overjord (0-25cm)	<input type="text"/>
<b>Underjord</b>	
Ler-procent underjord (26-100cm)	<input type="text"/> %
Humusindhold underjord (26-100cm)	<input type="text"/> %
C/N underjord (26-100cm)	<input type="text"/>

Figur 1. Bokse til angivelse af brugerinformation i værktøjets fane 'Lokalitet'. I den øverste boks angives information til opslag i Typejordskortet, mens der i den nederste boks kan angives eventuelle oplysninger fra teksturanalyse.

De enkelte input-punkter:

#### Lokalitet

##### *Klimagrid*

Ved aflæsning på klimagridkortet (Figur 2) bestemmes i hvilket klimagrid, den aktuelle mark ligger. Klimagridnummeret enten tastes eller vælges i drop-down menu af brugeren.

##### *Georegion*

Værktøjet angiver hvilken af fem georegioner det valgte gridnummer er placeret i. Til brug for opslag i Typejordskortet.

##### *JB*

Markens JB-nummer i pløjelaget angives ved valg i drop-down menu. Valgmulighederne bestemmes af det valgte gridnummer.

##### *Markvanding*

For placering jorde angivet som JB1-4 i korrekt norm-gruppe angives markvanding, som Ja/Nej i drop-down menu.

#### *C-horisont (70-100 cm)*

Her angives oprindelsen af den del af jordprofilen, som i Typejordskortet kaldes C-horisonten (70-100 cm), hvilket kan være vanskeligt, da mange sandsynligvis ikke ligger inde med denne viden.

Der skelnes i typejordskortet mellem seks forskellige typer/oprindelser: 1. Flyvesand; 2. Ferskvandssand; 3. Litorina sand; 4. Morænesand; 5. Moræneler; 6. Diluvialsand.

Der vælges oprindelse i en drop-down menu, som er bestemt af de ovenfor angivne gridnummer og JB. Der vil i de fleste tilfælde kun være to muligheder at vælge mellem, men der er kombinationer med tre og fire valgmuligheder.

Det anbefales at søge viden, så punktet kan udfyldes korrekt.

#### *Evt. lavbund*

Der angives om der tale om lavbundsjord og i givet fald, om denne er af enten minerogen eller organogen oprindelse. Er der tale om organogen lavbundsjord foretages ingen beregningen, da C-TOOL modellen ikke er kalibreret til denne jordtype.

#### *Typejord*

Ud fra informationerne angives ovenfor viser værktøjet her jordens nummer i Typejordskortet.

#### Brugerinformation - hvis teksturanalyse er tilgængelig

I de fleste tilfælde vil der sandsynligvis kun være foretaget en teksturanalyse på overjorden. Hvis der kun indtastes information for over- eller underjord, vil den manglende information blive trukket fra typejordskortet. Hvis der ikke er nogen teksturanalyse tilgængelig trækkes al information fra Typejordskortet.

#### *Overjord*

##### *Lerprocent overjord (0-25 cm)*

Hvis der foreligger en teksturanalyse kan det faktiske lerindhold i % i overjorden indtastes her.

##### *Humusindhold overjord (0-25 cm)*

Hvis der foreligger en måling af det faktiske humusindhold i % i overjorden, indtastes det her.

##### *C/N overjord (0-25 cm)*

Hvis der desuden foreligger en måling af det totale kvælstofindhold i jorden, beregnes C/N-forholdet og indtastes her.

Beregning C/N: Humusprocent x 0,58 / procent total-N

#### *Underjord*

##### *Lerprocent underjord (26-100 cm)*

Hvis der foreligger en teksturanalyse kan det faktiske lerindhold i % i underjorden indtastes her.

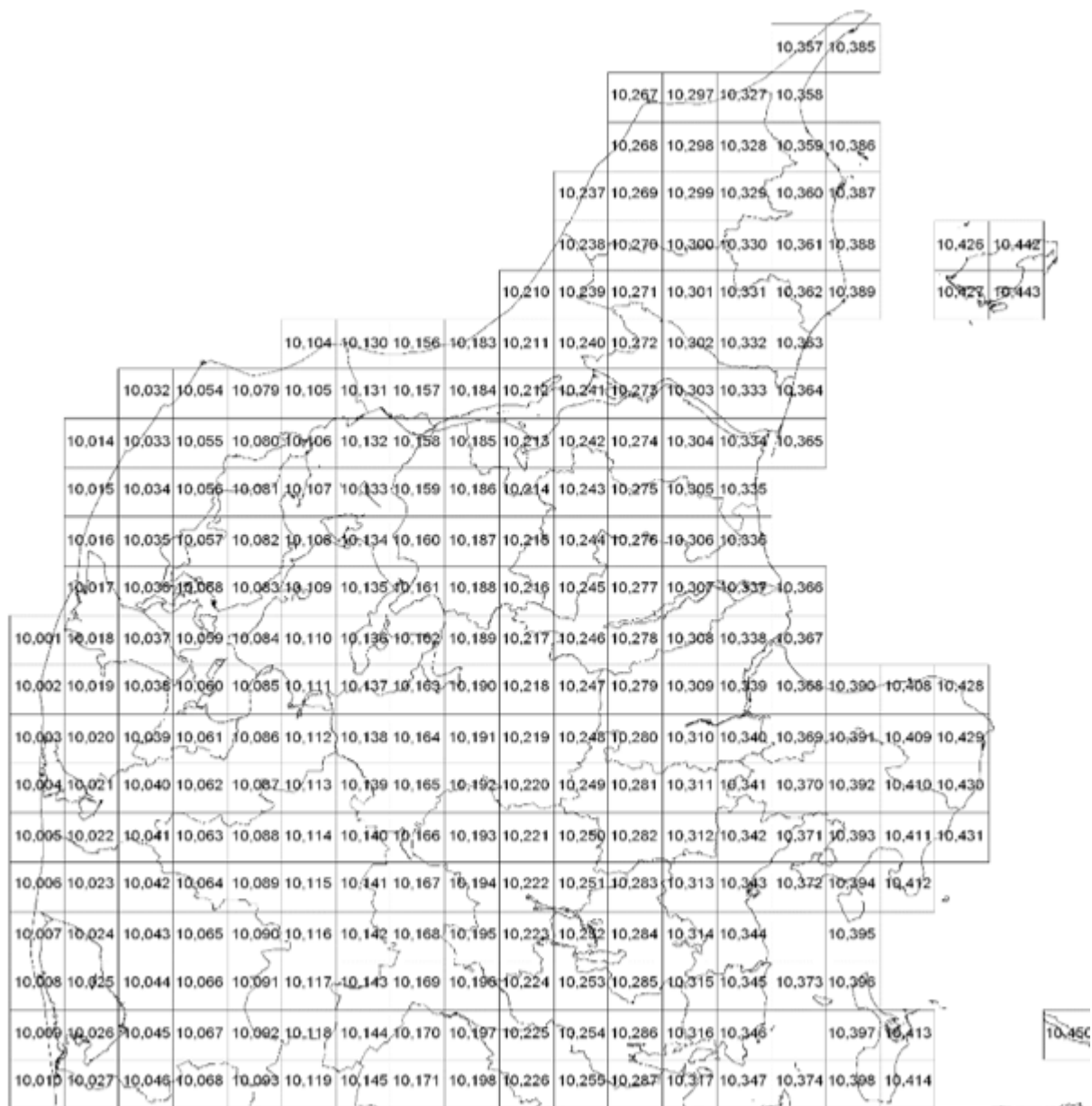
##### *Humusindhold underjord (26-100 cm)*

Hvis der foreligger en måling af det faktiske humusindhold i % i underjorden, indtastes det her.

##### *C/N underjord (26-100 cm)*

Hvis der desuden foreligger en måling af det totale kvælstofindhold i underjorden, beregnes C/N-forholdet og indtastes her.

Beregning C/N: Humusprocent x 0,58 / procent total-N



Figur 2. Udsnit af Danmarkskort over DMI's klimagrid-numre.

### Fanen 'Input'

I 'Input' fanen defineres alle de parametre, som har betydning for kulstof-inputtet til jorden. Værktøjet er sat op sådan, at når sædskiftet, hoved-, og evt. bi- og efterafgrøder, er defineret, angives automatisk udbytter (norm) og standard bud på halmanvendelse. Afviger disse fra virkeligheden har brugeren mulighed for at tilrette. Herefter indtastes oplysninger om anvendt organisk gødning, både udbragt og afsat ved afgræsning.

Helt overordnet har man to metoder til at angive information om sædskifte og management:

#### 1. Metode 1.

Man anvender – konsekvent – kolonnerne, hvor der angives henholdsvis for hovedafgrøde andelen den enkelte afgrøde udgør af det samlede areal (eller sædskifte) og for alle andre oplysninger, hvor stor en andel de udgør af den enkelte hovedafgrødes areal.

Eks.: Der dyrkes alle år vinterhvede på halvdelen af bedriftens areal: Andelen angives som '0,5'.

Eks.: Der bringes alle år organisk gødning ud i halvdelen af vinterhvede-arealet: Andelen af hovedafgrødens areal angives som '0,5'.

Det vigtigt, at alle kolonner til angivelse af andele udfyldes, hvis denne metode vælges. Hvis der er angivet areal-andele for hovedafgrøden, vil de øvrige påkrævede felter være rød-farvede indtil de er udfyldt.

## 2. Metode 2.

Afgrødefølget og øvrige informationer angives for de enkelte år i den enkelte mark. Dette følges gentages igen og igen i hele simuleringsperioden (100 år).

Fanen består af en række bokse, som præsenteres i de følgende figurer.

### Vigtigt!

Værktøjet er naturligvis søgt udarbejdet så brugervenligt som muligt, men det er vigtigt, at man som bruger er opmærksom på kun at have korrekt information indtastet. Dette skal sikre mod utilsigtede/fejlagtige beregninger eller helt manglende beregninger, da værktøjet ikke har været igennem nogen omfattende sikring mod utilsigtede fejl fra brugers side.

Når man eksempelvis tester effekten af forskellige sædskifter, bør man gå alle informationer igennem, hver gang man ændrer en afgrøde. Glemmer man dette og eksempelvis har angivet, at en vinterhvede afgræsses eller en vinterhvede efterfølger sukkerroer eller et græsudlæg i efteråret, er der mulighed for fejlagtige eller udeblevne beregninger.

I boksen '**Sædskiftet**' (Figur 3) defineres sædskiftet enten ved Metode 1 eller Metode 2. Både hovedafgrøde og bi- eller efterafgrøde vælges i drop-down menuer.

Vælges en hovedafgrøde, hvor afgræsning er en mulighed, aktiveres kolonnen 'Slæt/afgræsning' (bliver hvid) og det skal angives, om der enten tages slæt eller afgræsses. En kombination er ikke mulighed. Det er heller ikke muligt, at angive afgræsning på en bi- eller efterafgrøde (eks. et kløvergræsudlæg)..

### *Andel af arealet*

Her angives hovedafgrødernes andelen af det samlede areal ved Metode 1. Andelen skal summe til 1. Hvis ikke markeres med rød.

### *Hovedafgrøde (afgrødefølge)*

I drop-down menu vælges hovedafgrøden(høst). Findes afgrøden ikke i listen er den ikke parametriseret i modellen.

### *Slæt/afgræsning*

Hvis celler i kolonnen er aktiveret (hvide) skal de udfyldes. Vælges 'Afgræsning' skal der senere under 'Husdyrgødning' også angives husdyrart.

### *Andel af hovedafgrødearealet*

Her angives ved metode 1, hvor stor en del af den pågældende hovedafgrødes areal, som efterfølges af den valgte efterafgrøde/udlæg. Ved manglende udfyldning markeres med rød. Hvis hovedafgrøden ikke følges af efterafgrøde/udlæg angives 1.

### *Udlæg/efterafgrøde*

I drop-down menu vælges eventuel udlæg- eller mellem/efterafgrøde. Findes afgrøden ikke i listen er den ikke parametriseret i modellen.

Sædskiftet					
	Hovedafgrøde (afgrødefølge)		Slæt/ afgræsning		Udlæg/Efterafgrøde
	Andel af arealet	Vælg	Vælg	Andel af hoved- afgrøde- areal	Vælg
1	0,2	Vårbyg		1	
2	0,2	Vårbyg		1	Klgræs u. 50%, udlæg/efterslæt eft. Korn o.l.
3	0,2	Kløver- og lucernegræs under 50 pct. kløver (omdrift)	Slæt	1	
4	0,2	Kløver- og lucernegræs under 50 pct. kløver (omdrift)	Slæt	1	
5	0,2	Kernemajs		1	Græsefterafgrøde
6					

Figur 3. Boks til angivelse af sædskifte.

I boksen **'Udbytte afgrøde'** (Figur 4) angives automatisk normudbytte for hovedafgrøden på den aktuelle jordtype. Der er mulighed for som bruger, at angivne egne udbytter, som så indgår i beregningen i stedet. Når man angiver udbytte, er det vigtigt at være opmærksom på den angivne enhed.

OBS. Der tages ikke automatisk højde for evt. faldende udbytte i græsmarker over tid. Det vil her være nødvendigt at tage højde for dette igennem indtastede udbytter.

Udbytte afgrøde	
Norm	Indtast
65	<input type="text"/> hkg
65	<input type="text"/> hkg
7.700	<input type="text"/> FE
7.700	<input type="text"/> FE
77	<input type="text"/> hkg

Figur 4. Boks til angivelse af hovedafgrødens udbytte.

I boksen **'Halm/top'** (Figur 5) angives automatisk en standard håndtering af halm/top - med mulighed at tilrette af brugeren ved valg i drop-down menu. I kartoffel-afgrøder og sukkerroer bliver der i alle tilfælde regnet med nedmuldning og det er ikke muligt at ændre til bjærgning.

Anvendes Metode 1 angives, hvor stor en andel af hovedafgrødens samlede areal, der bjærges halm for.

Halm/top		
		<u>Nedmuldn./ bjærgning</u>
Andel af areal bjærget	Default	Vælg
<input type="text" value="1,000"/>	Bjærget	<input type="text"/>
<input type="text" value="1,000"/>	Bjærget	<input type="text"/>
<input type="text" value="1,000"/>		<input type="text"/>
<input type="text" value="1,000"/>		<input type="text"/>
<input type="text" value="1,000"/>	Bjærget	<input type="text"/>

Figur 5. Boks til angivelse af halmhåndtering.

I boksen '**Udlægsafgrøde/efterafgrøde**' (Figur 6) angives et standard udbytte for udlæg eller en standard overjordisk biomasse i kg tørstof/ha for efterafgrøder. Brugeren har mulighed for at angive et andet udbytte i samme enhed.

Udlægsafgrøde / Efterafgrøde	
<u>Udbytte</u>	
kg over- jordisk tørstof el. FE/ha	Indtast
1.200 FE	<input type="text"/>
	<input type="text"/> FE
	<input type="text"/>
1.500 kg TS	<input type="text"/> kg TS
	<input type="text"/>

Figur 6. Boks til angivelse af udbytte af udlæg og efterafgrøder.

I boksen '**Organisk gødning**' (Figur 7 og 8) angives information til beregning af kulstofinput fra den eventuelt tilførte organiskgødning. Som bruger kan man specificere op tre gødningsudbringere pr afgrøde og skal ved afgræsning angive den afgræssende kvægetype.

#### *Organisk gødning (1, 2, eller 3)*

Ved Metode 1 angives hvor stor en andel af hovedafgrødens areal, den anførte mængde organisk gødning tilføres.

Brugeren angiver i drop-down menu hvilken type organisk gødning, der er udbragt. Herefter indtastes den udbragte mængde i ton husdyrgødning/ha og tørstofindholdet angives, hvis det afviger fra det standard opgivne.

Andel af hovedafgrødens areal	Type	Vælg	Default	Indtast
1	Afgasset gylle	30 ton/ha	1,6 %	3 %
0		ton/ha		
0		ton/ha		
0		ton/ha		

Figur 7. Boks til angivelse af tilførsler af husdyrgødning. Brugeren har mulighed for at angive tre tilførsler pr år.

### Afgræsning

Hvis der er angivet afgræsning for en eller flere hovedafgrøder aktiveres felterne under 'Afgæsning' og der vælges i drop-down menu hvilke dyretyper, der er tale om.

Andel af hovedafgrødens areal	Husdyrart
1	Tung race
0,5	Ammekøer, 400-600 kg
1	

Figur 8. Boks til angivelse af husdyrart ved afgræsning af hovedafgrøde, samt andelen af hovedafgrødens areal, som afgræsses.

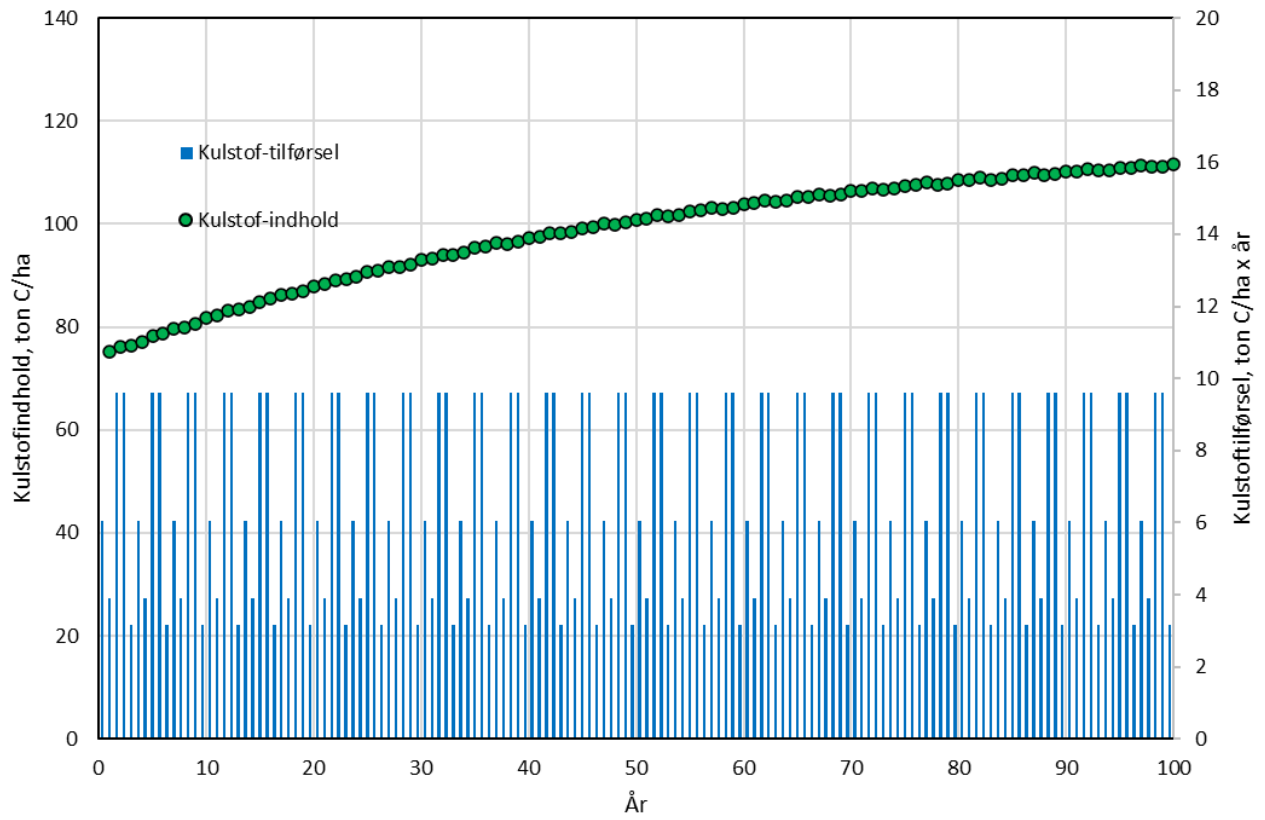
### Fanen 'Resultat'

I fanen 'Resultat' vises for alle år i simuleringen:

- Hovedafgrøde
- Udlæg/efterafgrøde
- Kulstoftilførsel i over- og underjord, samt i alt.
- Kulstofindhold i modellens HUM- og ROM-puljer i over- og underjord, samt i alt.
- Kulstofindhold i alle modellens puljer i over- og underjord.

Der er her mulighed for brugeren for at lave egne figurer. Én figur (Figur 9) visende årlig kulstoftilførsel og det samlede indhold i HUM og ROM-puljer, som funktion af tid.





Figur 9. Eksempel på simuleret udvikling i humus-indhold, %, i overjorden.