

Præsentation af nøgletal for kulstoflagring	Ansvarlig	hevp
	Oprettet	15-12-2022
Projekt: 7854 Klimaneutral planteproduktion	Side	1 af 10

Præsentation af nøgletal for kulstoflagring

Der udvikles og beskrives en fremgangsmåde til præsentation af nøgletal for kulstoflagring, så nøgletalene får størst mulig nytteværdi for landmanden, herunder betydningen af den tidshorisont, som kulstoflagringen beregnes for.

Introduktion

Klimaeffekt af kulstoflagring i eller kulstofinput til jorden beregnes efter to forskellige principper/metoder:

1. Metoden bygger på *Petersen, B.M. et al. (2013). An approach to include soil carbon changes in life cycle assessments. Journal of cleaner production 52:217-224.* Der tages udgangspunkt i kulstofinputtet fra afgrøderester og husdyrgødning i det aktuelle år. Denne sættes i forhold til et referenceinput, hvilket kunne være gennemsnits C-input regnet for alle marker eller en referencepraksis ift. den aktuelle praksis: Eks. halmnedmulding vs. halmbjærgning. Der beregnes en difference i C-input mellem aktuel praksis og reference praksis. Klimaeffekten ved aktuel praksis beregnes som 9,7 % af differensen set i et 100 årigt perspektiv eller 21,3 % i et 20 årigt perspektiv.
2. Det faktiske kulstofindhold i jorden i den aktuelle mark modelleres. Der foretages, som i metode 1, en beregning af C-input fra afgrøderester og husdyrgødning. Disse inputs tilføres i modellen jordens kulstofpulje, hvori omsætning og tab simuleres. Modeller til simulering af kulstofindhold i jorden anvender typisk information om tekstur og klima, samt en række antagelser ift. omsætningen af kulstof i jorden.

Modellen, som er blevet implementeret i MarkOnline og anvendes af DCE, Aarhus Universitet, ved beregning af årlige ændringer i jordens kulstofpulje til det nationale klimaregnskab, hedder C-TOOL (Taghizadeh-Toosi et al. 2014). Det er vurderet meget vigtigt, at der anvendes samme model som de nationale regnskaber, da der så bør være en form for overensstemmelse mellem resultaterne i de to anvendelser.

C-TOOL er en relativ simpel model, som simulerer kulstofindholdet i over- og underjord, med følgende input-parametre:

1. Afgrøde(r)
2. Udbytte af afgrøde(r)
3. C tilført i husdyrgødning
4. Temperatur – justeres til over- og underjord
5. Jordens lerindhold
6. Jordens C/N-forhold
7. Jordens udgangsindehold af kulstof i over- og underjord

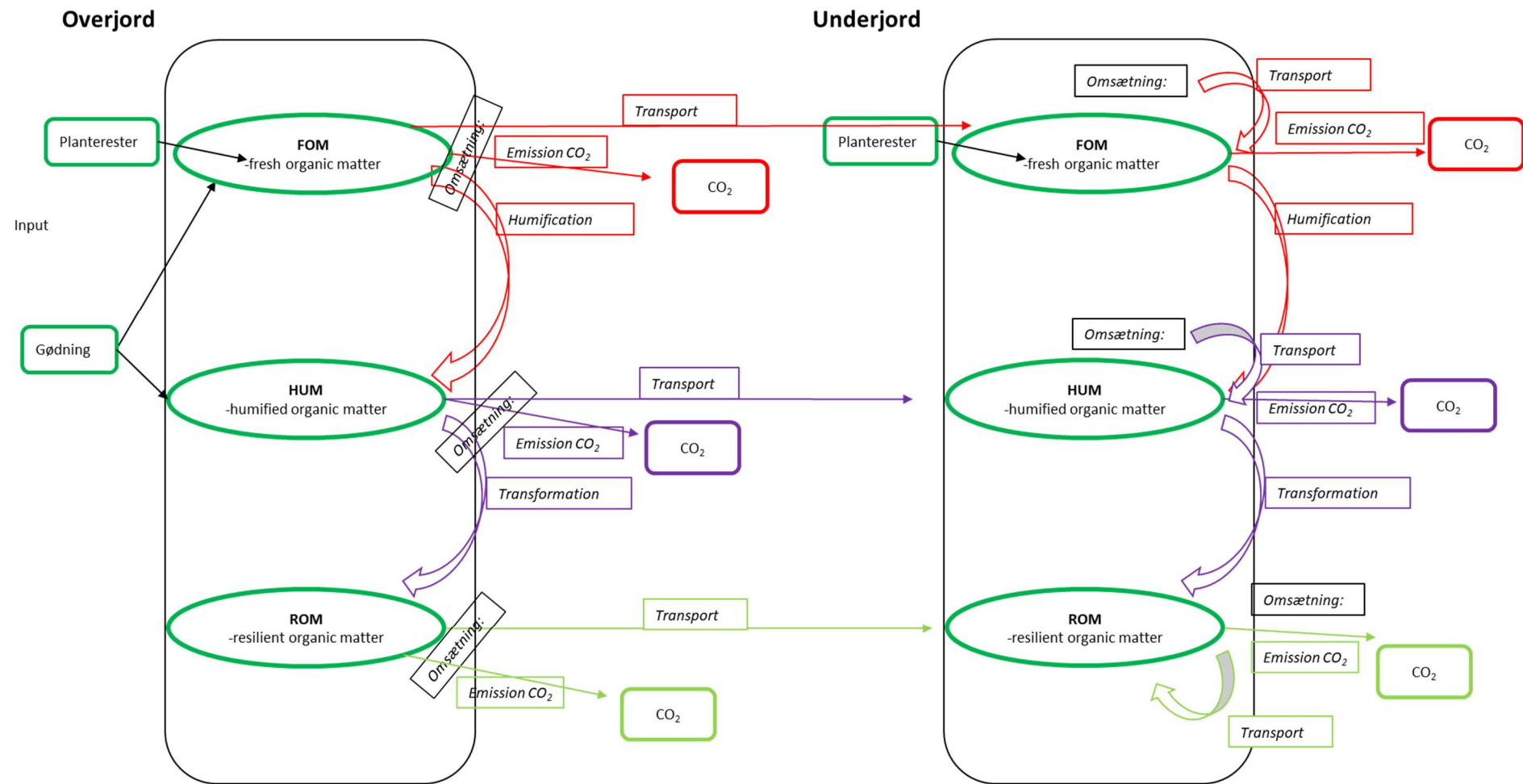
Udviklingen i jordens kulstofindhold simuleres i 3 konceptuelle puljer i både over- og underjord: FOM (fresh organic matter), HUM (humified organic matter) og ROM (resilient organic matter). I Figur 1 nedenfor ses opbygningen af modellen.

Notat

Præsentation af nøgletal for kulstoflagring

Ansvarlig	hevp
Oprettet	15-12-2022
Side	2 af 10

Projekt: 7854 Klimaneutral planteproduktion



Præsentation af nøgletal for kulstoflagring	Ansvarlig	hevp
	Oprettet	15-12-2022
	Side	3 af 10
Projekt: 7854 Klimaneutral planteproduktion		

Beregning af klimaftryk af kulstoflagring

I Figur 2 nedenfor ses udviklingen af de tre kulstofpuljer, FOM, HUM og ROM, i over- og underjord modellen med C-TOOL over en 30 års periode for et sædskifte indeholdende vårbyg med kløvergræsudlæg, efterfulgt af 2 års kløvergræs. Når klimaftrykket beregnes skal det besluttes, hvorvidt man ser på den samlede ændring i det summerede indhold i alle puljer, eller man blot ser på ændringen i de to langsomsættelige puljer, HUM og ROM. I Figur 3 er forskellen mellem de to metoder ved et tidsperspektiv på 1 år illustreret. Det ses tydeligt, at hvis indholdet i den letomsættelige FOM-pulje medregnes, vil det beregnede klimaftryk de enkelte år svinge meget uafhængigt af den overordnede trend – her en stigning i det samlede kulstofindhold i jorden. Dette skyldes, at kulstofinput varierer meget i mængde og timing over året mellem afgrøderne i sædskiftet i eksemplet. Denne effekt på det årlige klimaftryk er u hensigtsmæssig, og det er derfor valgt i MarkOnline implementeringen, på linje med praksis hos DCE i de nationale opgørelser, at regne klimaftryk af ændringer i de summerede indhold i HUM og ROM-puljer.

Tidsperspektivet for beregningen af klimaftrykket i Figur 3 er ét år. Det vil sige, at det er den samlede ændring i HUM og ROM-puljer fra start til slut af ét regnskabsår, som er klimaftrykket – omregnet fra ton C/ha til ton CO₂/ha ved faktoren 44 kg CO₂/12 kg C. Det er ligeledes med et tidsperspektiv på ét år, at DCE beregner klimaftrykket fra jordpuljeændringer i de nationale regnskaber. I Figur 4 er eksemplificeret en beregning af klimaftrykket med et tidsperspektiv på 20 år. Her beregnes klimaftrykket det aktuelle år som puljeændringen (HUM+ROM) fra start år 1 til slut år 20 (aktuelt år) delt med 20 år. For hvert nyt aktuelt år, som beregnes for, rykkes referenceåret tilsvarende et år frem. Ved et tidsperspektiv over ét år, fordeles stigninger eller fald indenfor perioden ud over hele perioden, hvilket giver mindre maksimale årlige klimaftryk og dermed mindre fluktuationer mellem år. Klimagevinsten ved eks. et stigende kulstofindhold i jorden på baggrund af en praksisændring mod et større input vil med et længere tidsperspektiv blive fordelt over alle år, mens man ved et ét-årigt perspektiv 'høster' store klimaeffekter (negative klimaftryk) de første år, hvorefter effekten aftager.

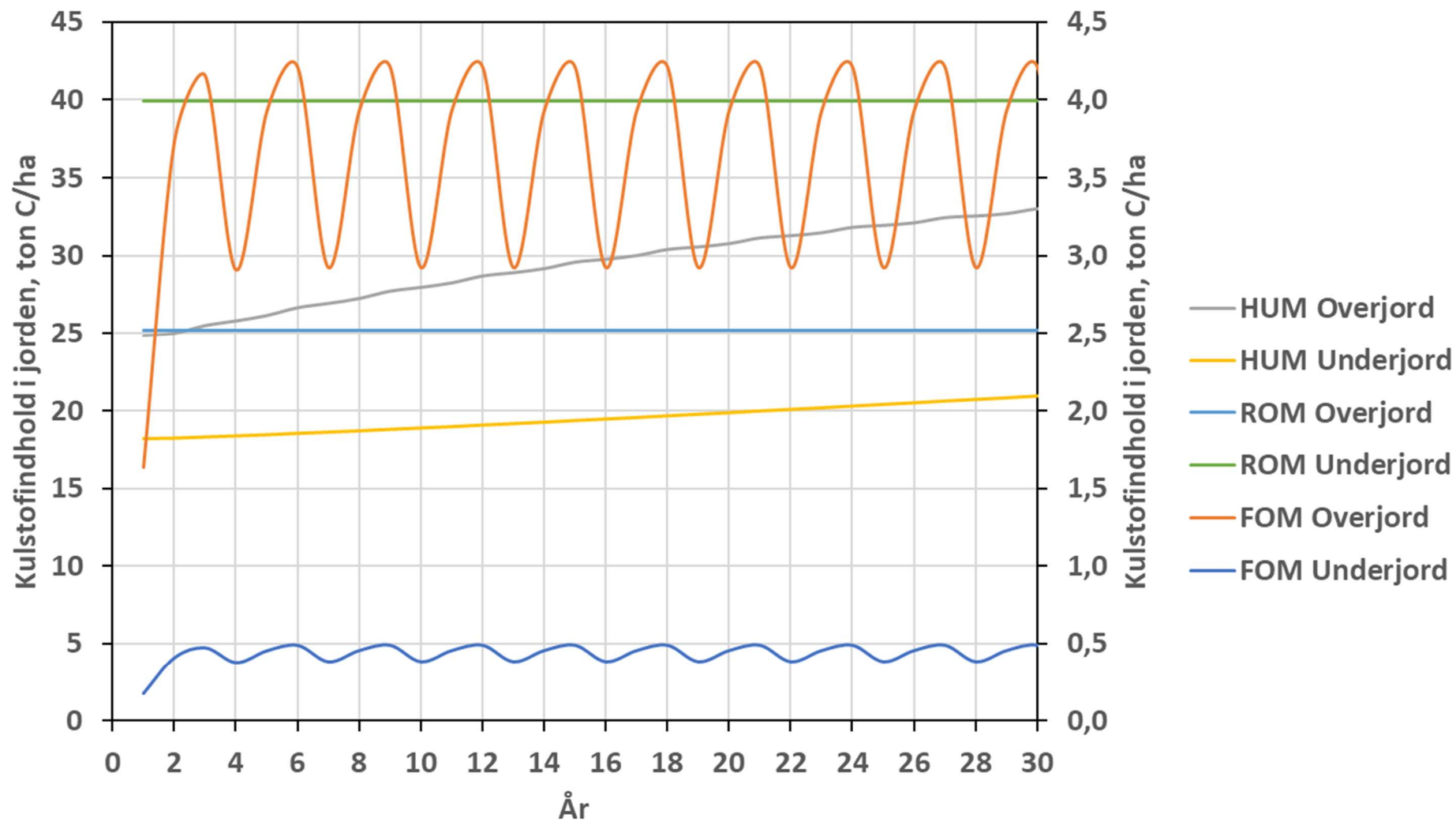
Notat

SEGES Innovation
Planter og Miljø

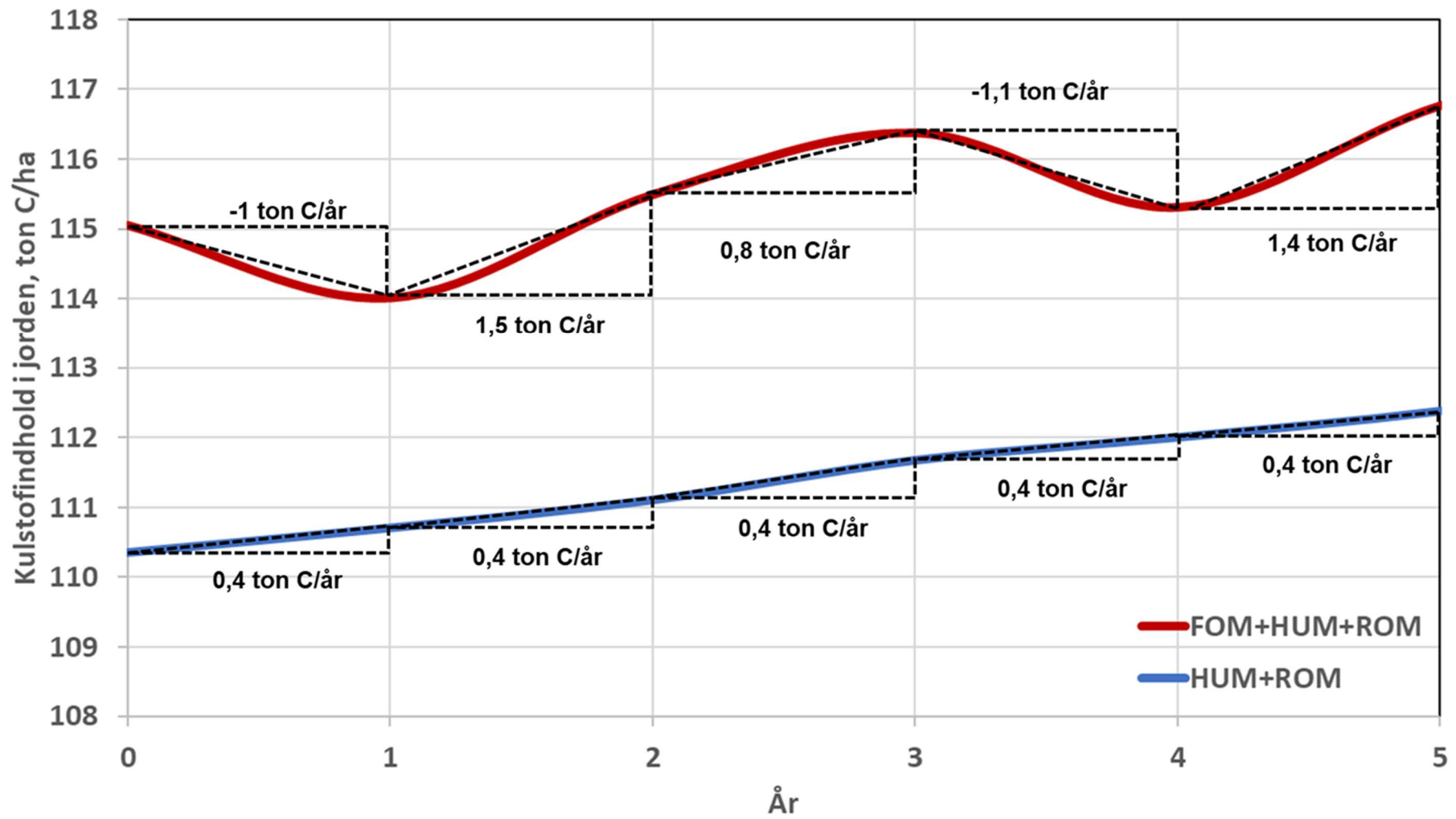
Præsentation af nøgletal for kulstoflagring

Ansvarlig	hevp
Oprettet	15-12-2022
Side	4 af 10

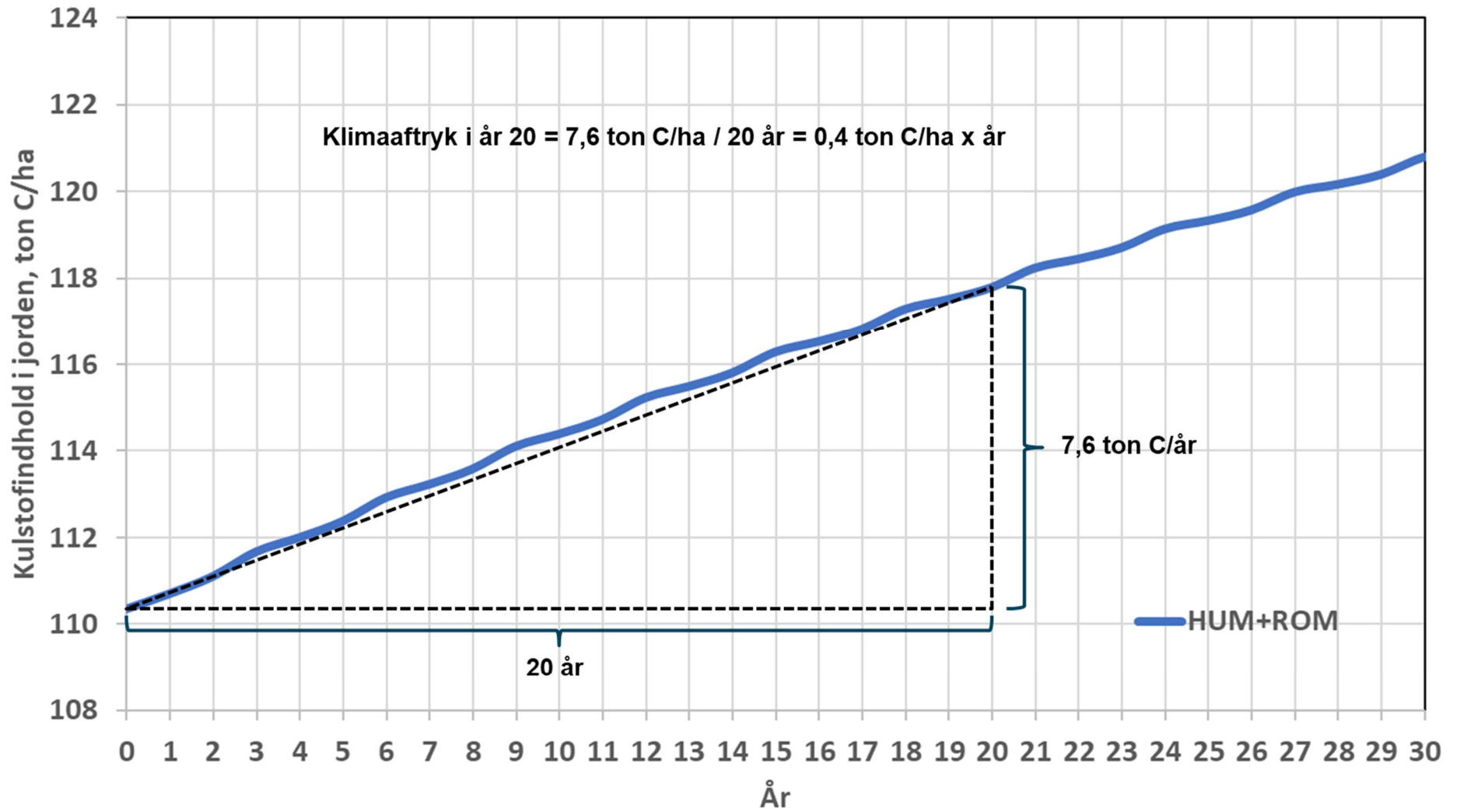
Projekt: 7854 Klimaneutral planteproduktion



Figur 2.



Figur 3.



Figur 4

Præsentation af nøgletal for kulstoflagring	Ansvarlig	hevp
	Oprettet	15-12-2022
	Side	7 af 10
Projekt: 7854 Klimaneutral planteproduktion		

Præsentation af kulstoflagring

Selvom klimaaftrykket beregnet pr mark pr år således blot er/kan vises som ét tal, virker det oplagt at udnytte de informationer, som er i modellen, til en mere omfattende præsentation af nøgletal for kulstoflagringen. Dette kunne eventuelt være som en tilvalgs mulighed.

I Figur 5 og 6 og tabellen nedenfor gives et forslag på præsentation af markspecifikke data for kulstoflagring. Der tages udgangspunkt i et tænkt eksempel.

Det er valgt at medtage en række af inputinformationerne til C-TOOL modellen i oversigten. På den måde kan brugeren se, hvilke data ligger bag modelleringen og hvilket ophav disse har. Dette kan virke motiverende for at levere bedre data i form af eksempelvis registrerede udbytter, analyseret tørstofindhold i gylle, eller jordteksturanalyser. På sigt vil det også være relevant med markspecifikke målinger af kulstofindholdet i jorden, men det er det ikke i dag.

Udstilling af de beregnede kulstofinput fra afgrøderester og husdyrgødning må antages at virke motiverende for at levere bedst muligt data om udbytter, halmhåndtering og husdyrgødning. Det kan ligeledes være med til at øge forståelsen for kulstofkredsløb og modellering af dette.

Figur 5 giver et klart og hurtigt overblik over udviklingen over tid. Bedre end præsenteret i en tabel.

Figur 6 giver et visuelt overblik over kulstofkredsløbet som C-TOOL modellerer det. Det visuelle kan styrke forståelsen af feltet.

Notat

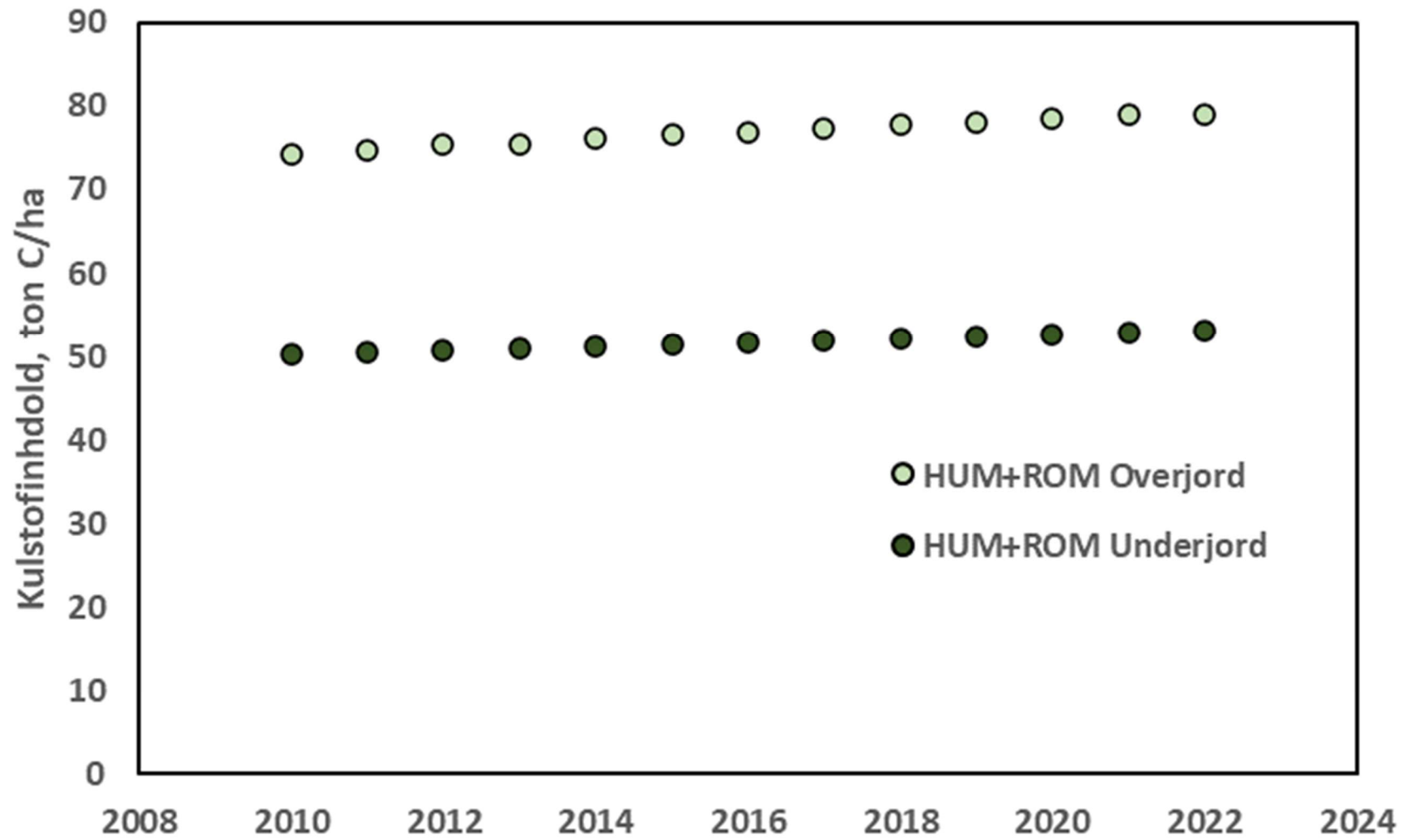
SEGES Innovation
Planter og Miljø

Præsentation af nøgletal for kulstoflagring	Ansvarlig	hevp
	Oprettet	15-12-2022
	Side	8 af 10

Projekt: 7854 Klimaneutral planteproduktion

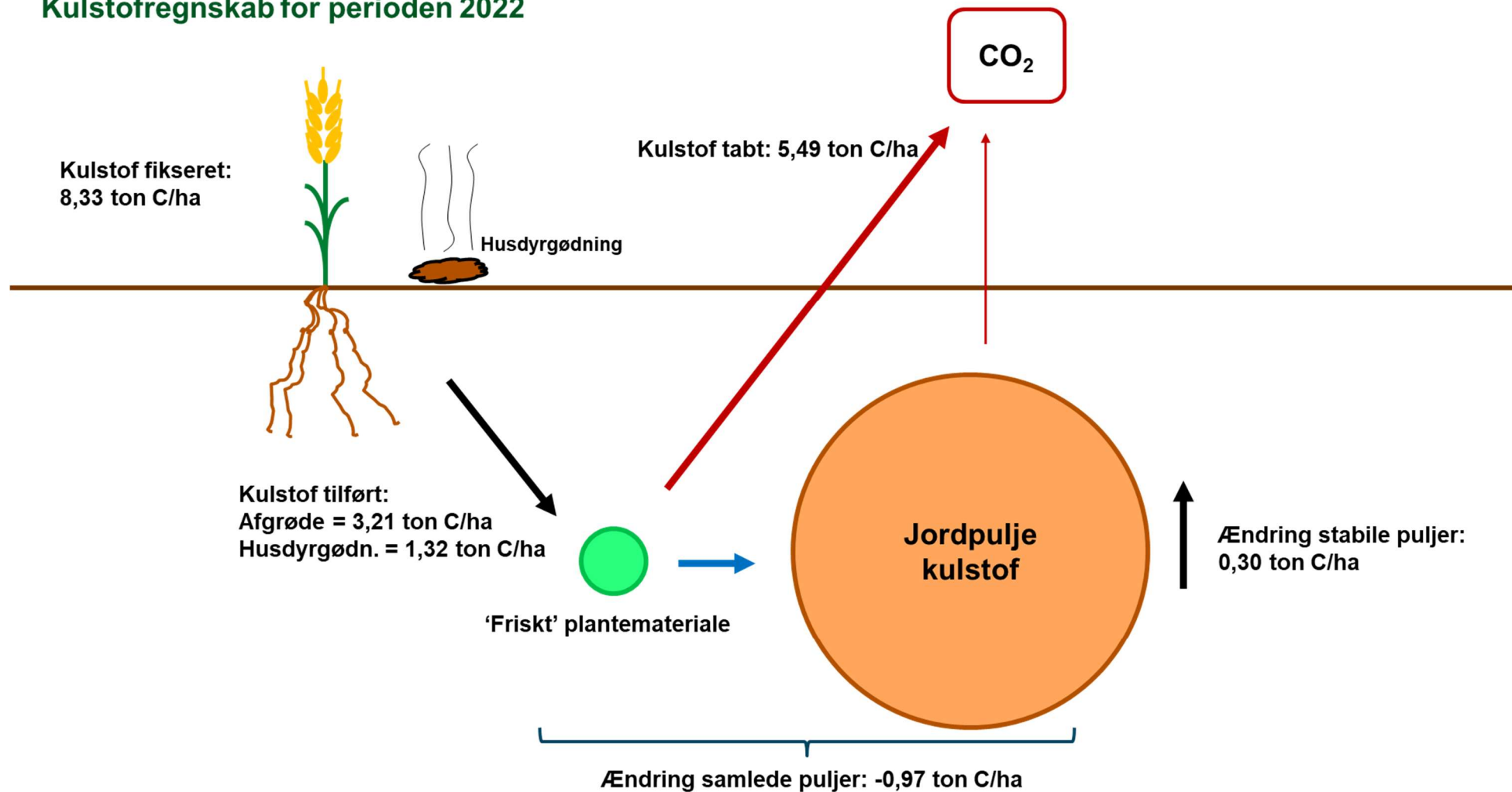
Nøgletal jordpuljeændringer kulstof

År:	2022	Mark:	1-0	
JB:	3 Vandet			
Afgrøde:	Vårbyg m. kløvergræsudlæg	Halm bjærget		
C-TOOL-modellering				
Typejord:	3037			
Start modellering	2010			
Ler-%	5,9 (overjord)	Typejord	5,9 (underjord)	Typejord
C/N	12,8 (overjord)	Typejord	12,8 (underjord)	Typejord
Kulstofindhold start:	77 ton C/ha	Typejord	50 ton C/ha	Typejord
Kulstofinput				
Afgrøde(r)	Udbytte/mængde tilført	Registeret/analyse/norm	Overjordisk rest	Underjordisk rest
Vårbyg	59 hkg/ha	Registreret	1,52 ton C/ha	1,03 ton C/ha
Kløvergræsudlæg	710 FE/ha	Norm	0,18 ton C/ha	0,48 ton C/ha
Husdyrgødning	30 ton/ha (kvæggylle)	Analyse	1,32 ton C/ha	
Samlet			3,02 ton C/ha	1,51 ton C/ha
Jordpuljeændring				
Pulje	Indhold primo periode	Indhold ultimo periode	Ændring	Klimaaftryk
HUM+ROM overjord	79,06 ton C/ha	79,10 ton C/ha	0,04 ton C/ha	0,15 ton CO ₂ /ha
HUM+ROM underjord	52,83 ton C/ha	53,09 ton C/ha	0,26 ton C/ha	0,95 ton CO ₂ /ha
			SUM:	1,097 ton CO₂/ha
FOM+HUM+ROM	136,28 ton C/ha	135,31 ton C/ha	-0,97 ton C/ha	
Samlet C-input			4,52 ton C/ha	
Samlet tab CO ₂			5,49 ton C/ha	
		C-input minus C-tab	-0,97 ton C/ha	
Samlet kulstof fikseret			8,33 ton C/ha	



Figur 5.

Kulstofregnskab for perioden 2022



Figur 6.