

GRObund 2024 & biokulforsøg

Rasmus Emil Jensen

31. Oktober 2024, FRDKs fagdag

Program

1. GRObund 2024
2. BioAdapt resultater
3. Eftervirkningsforsøg (biokul)
4. Forsøg med biokul og fosfor



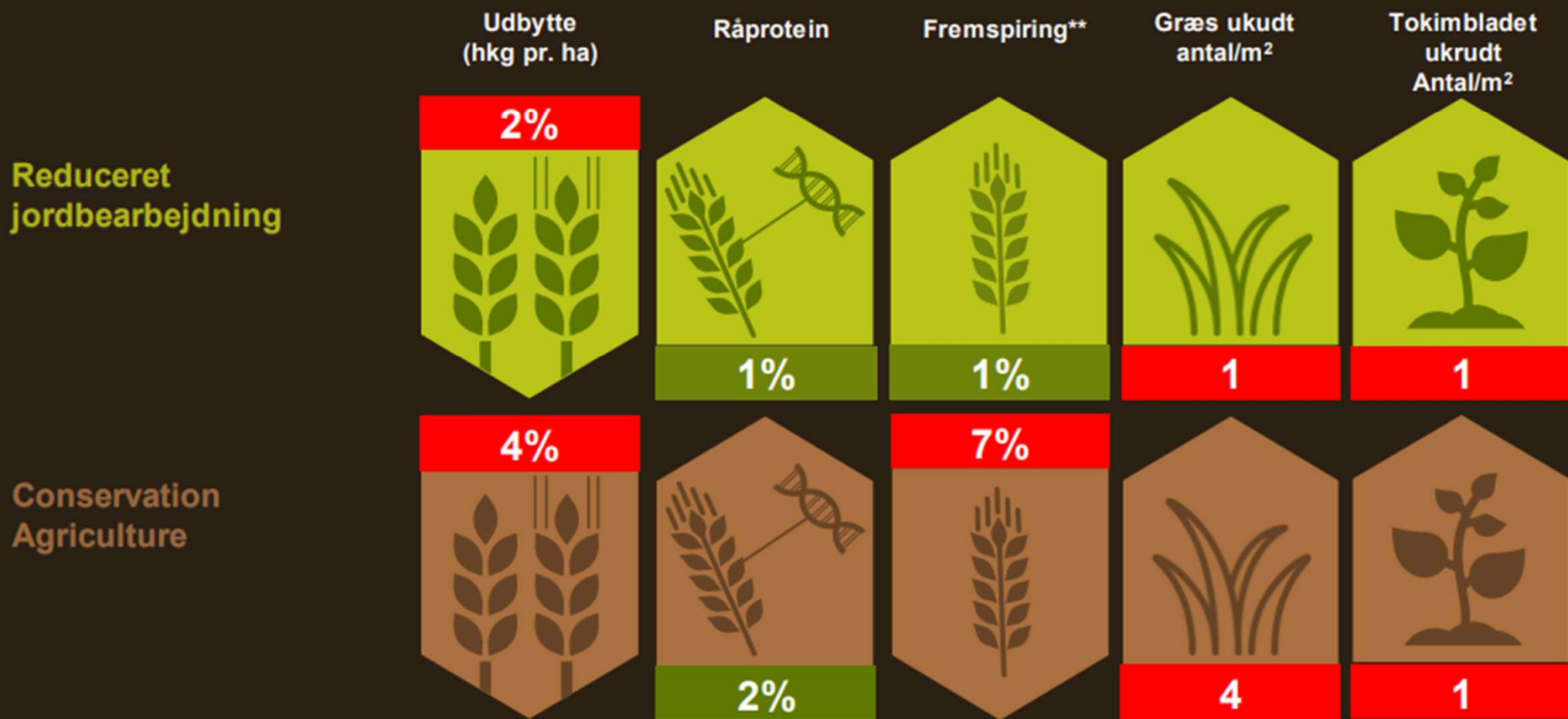


- Vi tester tre systemer: CA, reduceret og pløjet
- Tre forsøg: Slagelse, Birkelse og Holstebro
- Fire gentagelser på marker der tidligere er dyrket uden pløjning
- Hestebønner, Vinterhvede, efterafgrøde, vårbyg, vinterraps.



Gennemsnit

3 år gns

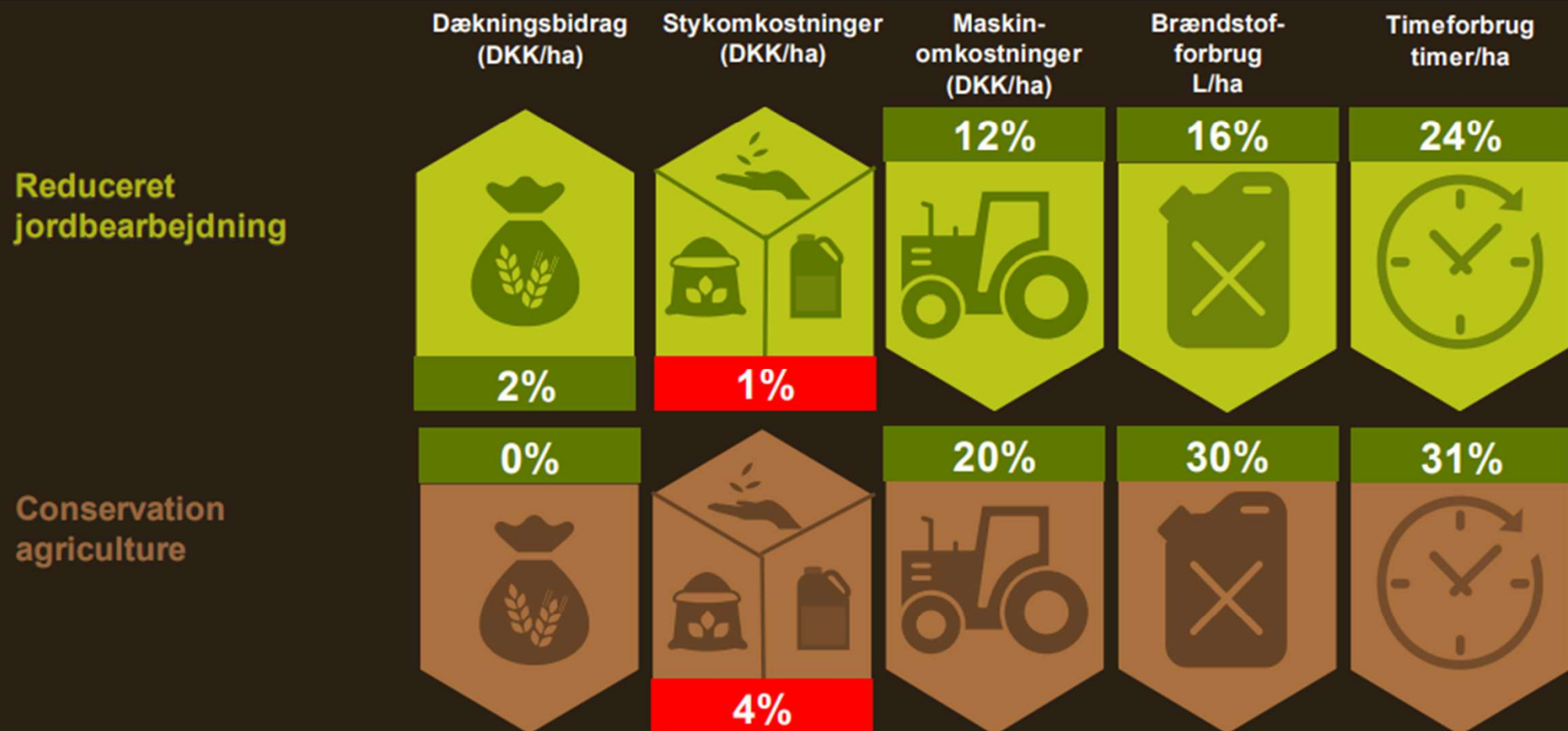


* Udregning af forskellene er beregnet ud fra resultaterne fra det pløjede dyrkningssystem.

** Fremspiring kun udregnet i år 1 og 3.

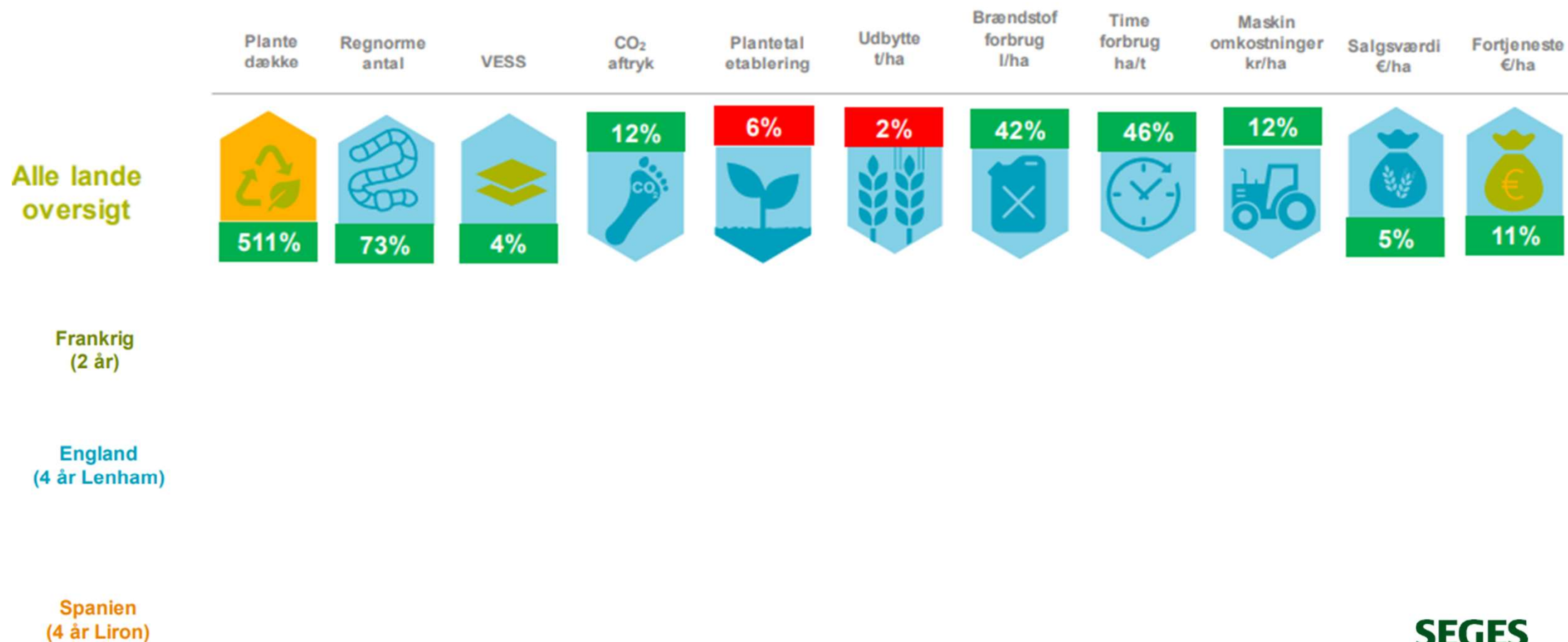
Gennemsnit

3 år gns



* Udregning af forskellene er beregnet ud fra resultaterne fra det pløjede dyrkningssystem.

For alle resultater er det en sammenligning mellem det konventionelle pløjede system og CA



Resultater 2024



Rapsen blomstre i Holstebro.
Foto: Niels Holmgaard

Holstebro 2024

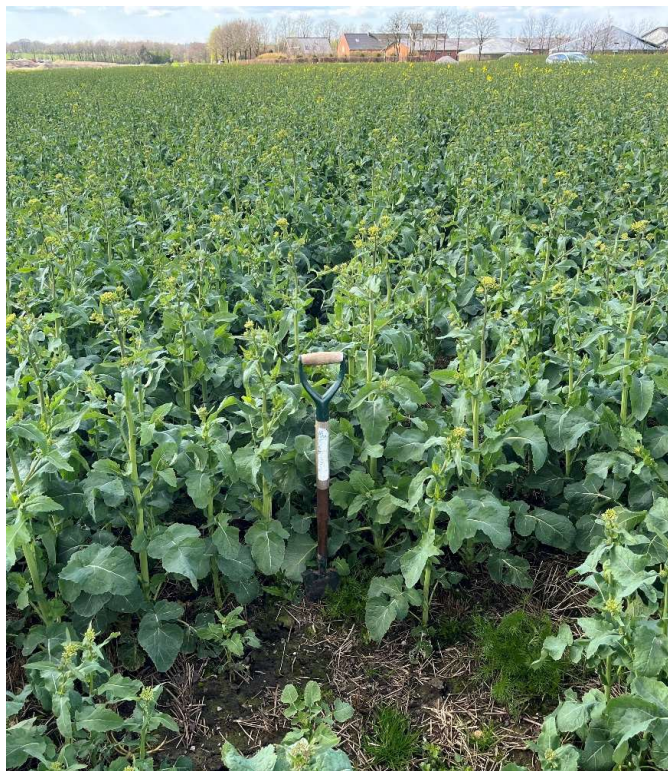
- Vinterraps etableret den 19. august (pløjet/reduceret) og 21. august (CA).
- Plantetal lavere i CA end i de andre behandlinger.
- God kompensation i CA efter en våd vinter; ingen forskel i NDVI-målinger i foråret.



31. okt. CA, reduceret, pløjet. Fotos: Niels Holmgaard

22. april

CA, reduceret, pløjet. Fotos: Niels Holmgaard



Resultater Holstebro

Tabel 2. Resultater fra forsøg ved Holstebro med afprøvning af forskellige dyrkningssystemer (O2)

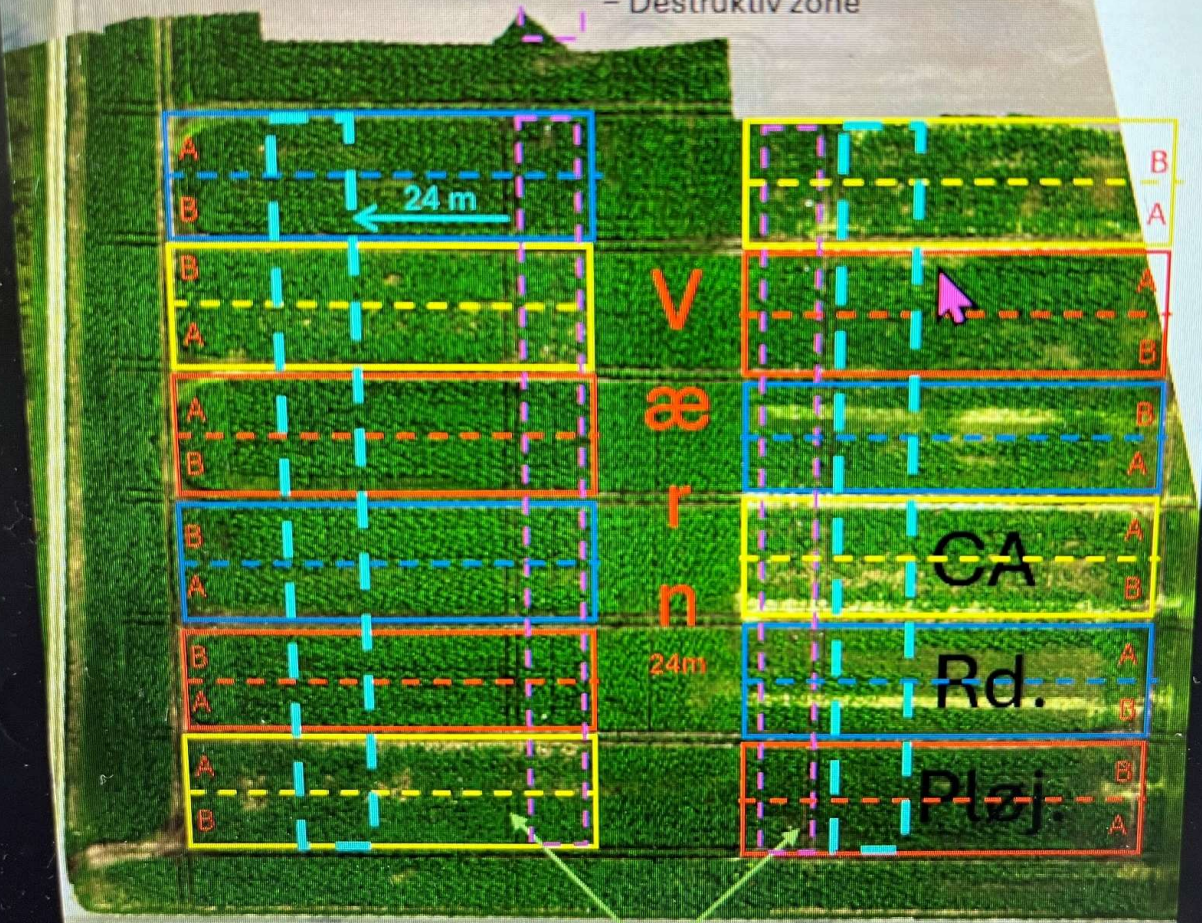
Vinterraps	Plantetal, efterår, antal pl./m2	Biomasse, efterår, NDVI (drone)	Biomasse, forår, NDVI (drone)	Afgrødehøjde, august, cm	Udbytte og merudb., hkg. pr. ha standardkvalitet	Pct. olie i tørstof	Udbytte og merudb., hkg. pr. ha frø
<i>2024. 1 forsøg</i>							
<i>Uden Vixeran (50 g)</i>							
Pløjning	25	0,60	0,40	165	45,2	50,1	42,2
Reduceret jba.	25	0,59	0,38	112	-13,5	49,9	-12,5
CA	14	0,43	0,39	158	2,4	50,7	1,9
					ns		ns
<i>Med Vixeran (50 g)</i>							
Pløjning	25	0,59	0,36	160	43,5	50,0	40,7
Reduceret jba.	25	0,56	0,39	115	-13,6	49,8	-12,7
CA	14	0,43	0,39	146	1,6	50,3	1,4
					ns		ns

8 APR 21
2023
2024

[dashed blue box] = Høstparceller

A/B = subplots

[dashed purple box] = Destruktiv zone



NO2 i ekstra kørespor

Birkelse 2024

- Vinterraps etableret sent i september under milde forhold.
- Udfordringer med våde forhold i vinterhalvåret.
- Mark sprøjtet ned den 18. april og sået om med havre den 2. maj 2024.
- Havremark voksede ensartet med beskedne ukrudtsmængder.

1. marts 2024 inden omsåning med havre
(Foto: Christian Sommerlund, JSJ-Agro).



Resultater Birkelse

Tabel 3. Resultater fra forsøg ved Birkelse med afprøvning af forskellige dyrkningssystemer (O3)						
Vårhavre	Plantetal, maj, antal pl/m ²	Afgrødehøjde, juli, cm	To-kimbl. ukrudt, pl./m ²	Græs-ukrudt, pl./m ²	Udb. og merudb., hkg pr. ha	Pct. råprotein
2024. 1 forsøg						
Pløjning	289	129	5	6	48,5	9,3
Reduceret jba.	294	129	6	6	-1,7	9,9
CA	278	127	10	10	-4,5	9,5
					ns	

Slagelse 2024

- Vinterraps sået den 30. august 2023.
- Omsået med vinterhvede den 17. oktober pga. dårlig fremspiring.
- CA-parceller sået med skiveskærssåmaskine.

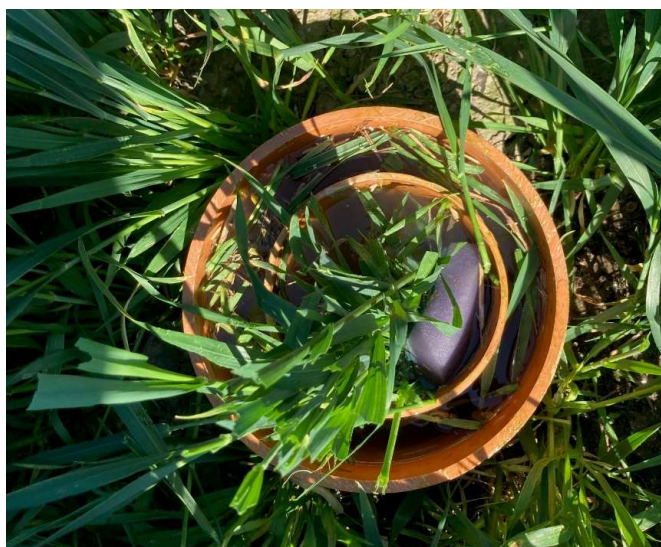
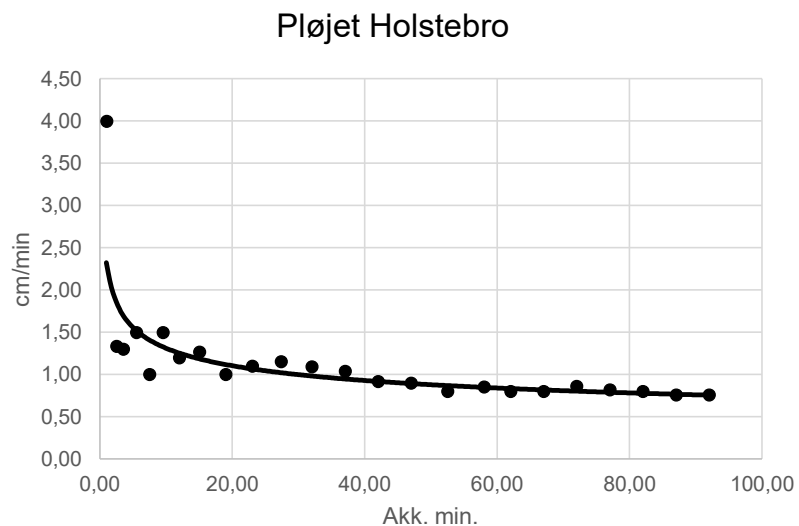
16. maj Foto: Rasmus Emil Jensen



Resultater Slagelse

Tabel 4. Resultater fra forsøg ved Slagelse med afprøvning af forskellige dyrkningssystemer (O4)						
Vinterhvede	Plantetal, efterår, antal pl/m ²	Plantetal, februar, antal pl/m ²	Biomasse, efterår, NDVI (drone)	Biomasse, forår, NDVI (drone)	Udb. og merudb., hkg pr. ha	Pct. råprotein
1 forsøg						
Pløjning	435	135	0,20	0,75	84,1 a	8,7
Reduceret jba.	408	119	0,25	0,77	-2,4 a	9,1
CA	375	101	0,24	0,64	-10,6 b	9,7
LSD					4,3	

Infiltration



Holstebro		
	cm/min	std. afvigelse
CA alle	0,44	0,25
Red. alle	0,59	0,50
Pløj. alle	0,82	0,33
Slagelse		
	cm/min	std. afvigelse
CA alle	0,66	0,57
Red. alle	0,31	0,17
Pløj. alle	0,34	0,30
Birkelse		
	cm/min	std. afvigelse
CA alle	1,07	0,81
Red. alle	1,07	0,69
Pløj. alle	0,52	0,36
Samlet		
	cm/min	std. afvigelse
CA alle	0,72	0,26
Red. alle	0,66	0,31
Pløj. alle	0,56	0,20

Lattergas, direkte såning og efterafgrøder

- Stort datasæt fra GRObund, desværre ikke analyseret færdig til i dag ☹ Det er på vej!
- Umiddelbare observationer fra CENTS (AU, ikke færdiganalyseret)
 - Mere lattergas i behandling med fjernelse af eftergrøder i efteråret
 - Mere lattergas i det direkte sået i (uden fjernelse af efterafgrøder)

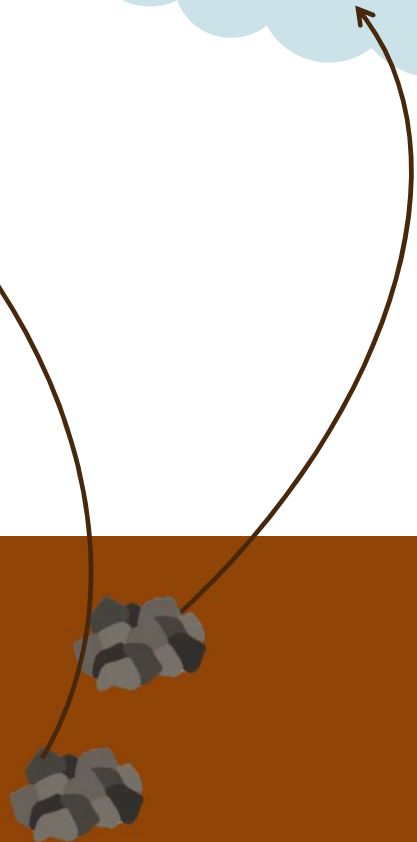
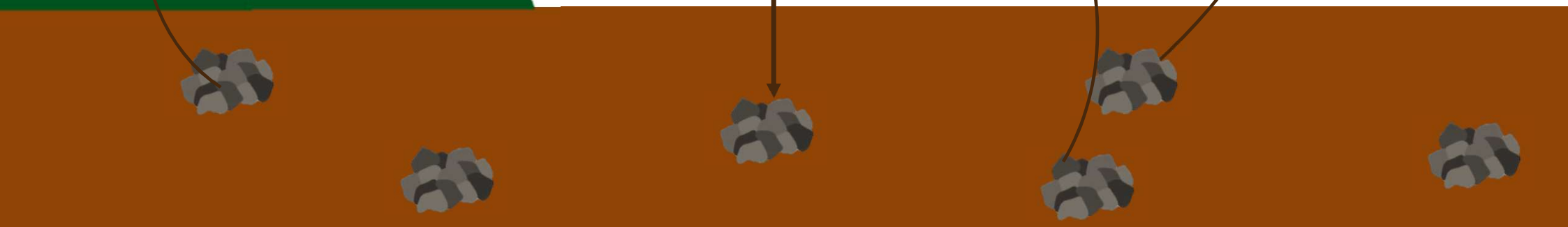
Biokulaktiviter

Tilføre næringsstoffer
= **Gødning**

Ændre jordfysik og -kemi =
Jordforbedring

- Vandholdende evne
- Binding af næringsstoffer m.m.
- Reducere forsuring/kalkning
- Mikrobielt habitat

Tilføre stabil kulstofpulje
= **Langvarig
kulstoflagring**



Indhold af N, P og K i biokul og næringsstofferne plantetilgængelighed

N

4-15 kg pr. ton
Meget lidt plantetilgængeligt

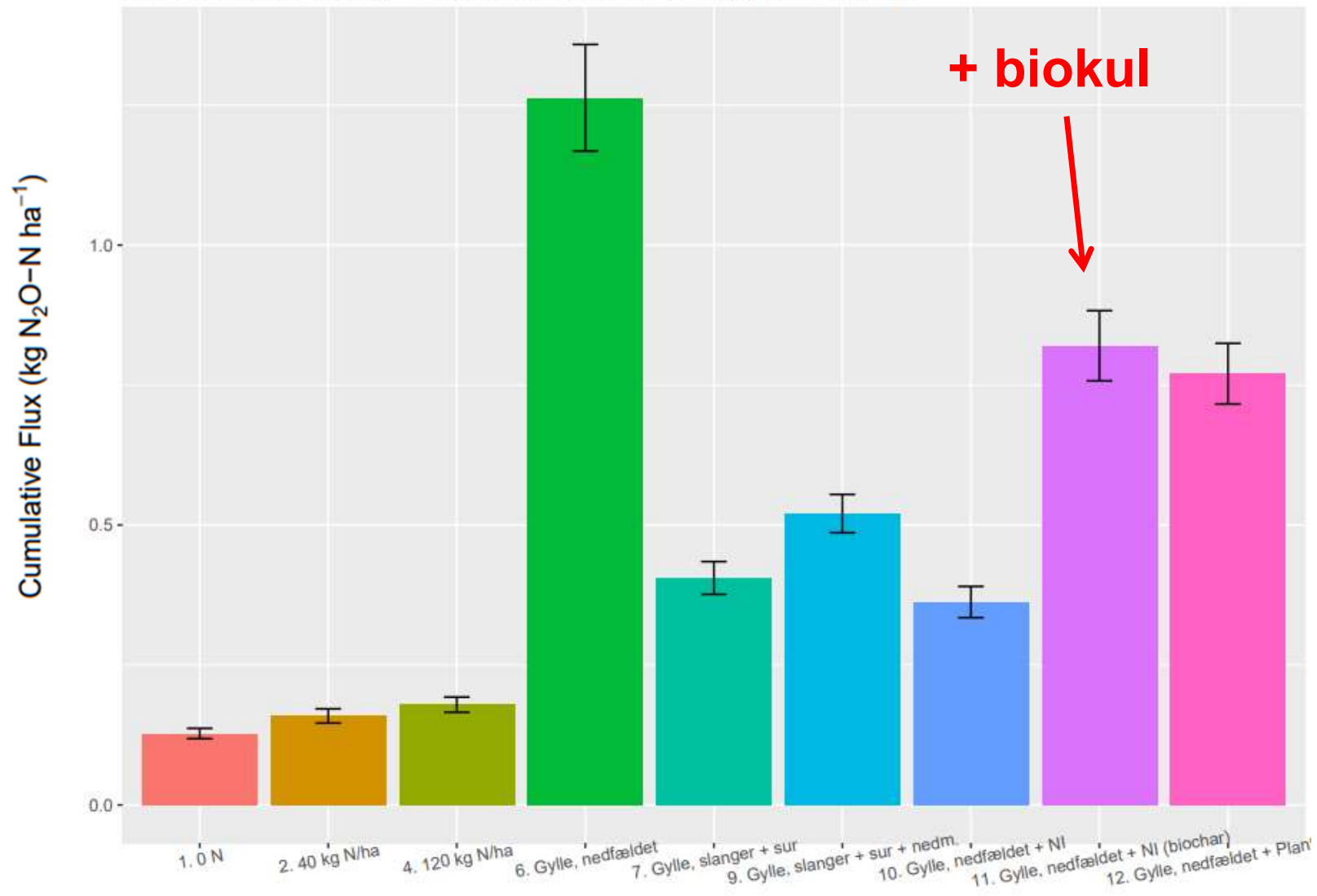
P

1-15 kg pr. ton
Varierende plantetilgængelighed

K

10-40 kg pr. ton
Meget plantetilgængelig

Vårbyg – Videbæk, 2023



Politisk vilje

- Fra 2027 etableres en tilskudsordning på godt 10 mia. kr. til opbevaring af biokul produceret ved pyrolyse frem til 2045
- Demonstration og udvikling
- Forskning
- Og mere...

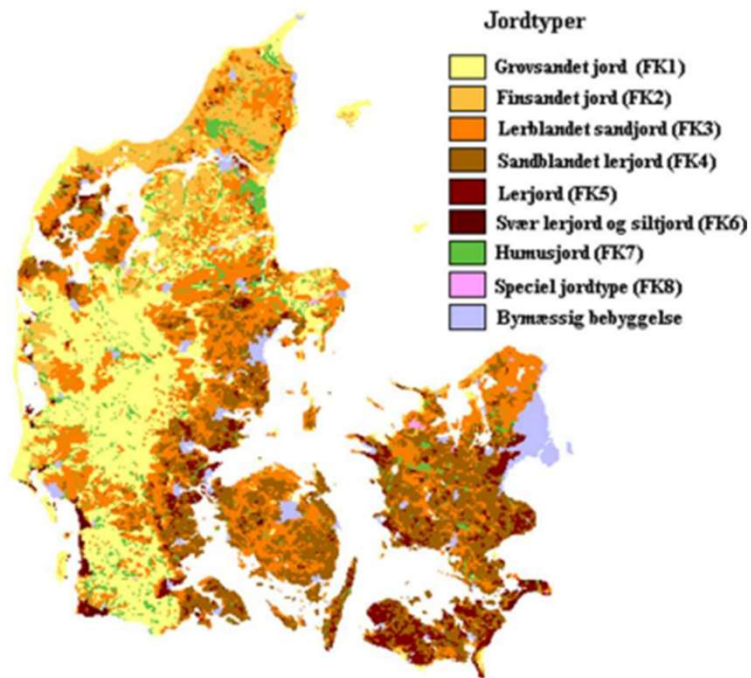


BioAdapt

BioAdapt: Kulstoflagring og højere udbytter med biokul på JB1-jord?



Grovsandet jord i Danmark



Baseret på overjordens tekstur

Grovsandet jord JB1 udgør cirka 25% af Danmarks areal

- Ringe vandholdende evne og meget lille ledningsevne for vand
- Høj mekanisk modstand mod rodudvikling i dybden
- Stort forbedringspotentiale for vandforsyningen til afgrøderne

Biokul som jordbedring i underjorden på JB1

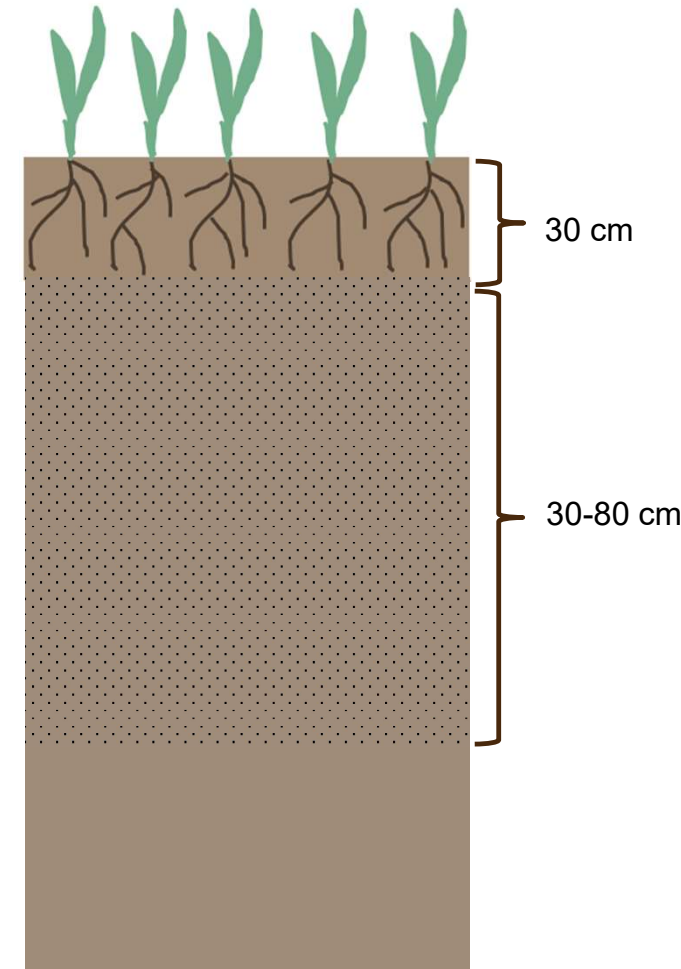
Fintformalet biokul fra halm



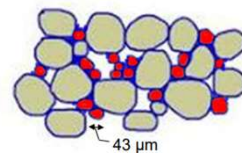
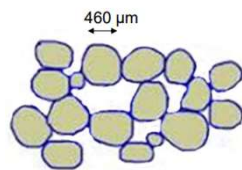
Tilført underjorden (30-80 cm)



Kan biokul forbedre jorden?
– og give højere afgrødeudbytter?



1,5% og 3% biokul
~ 100 og 200 ton pr. ha



Photos: Rikke Lykke Eriksen & Janne Aalborg Nielsen, SEGES Innovation
Kresten Juncker, Ytteborg Forsøgsstation



Intro til markforsøget

080392323 Tilførsel af biokul til underjorden på JB1, BioAdapt

Forsøgsled	Behandlingstid	Behandling	Pct. biokul
1	Før såning af vårbyg 2023	Ubehandlet	0
2	----- // -----	Opgravet underjord	0
3	----- // -----	0,281 t Biokul fra halm 18,75 t Opgravet underjord	1,5
4	----- // -----	0,563 t Biokul fra halm 18,75 t Opgravet underjord	3

4 gentagelser

Mængder angivet er pr. parcel ikke pr. ha



Foto: Ytteborg



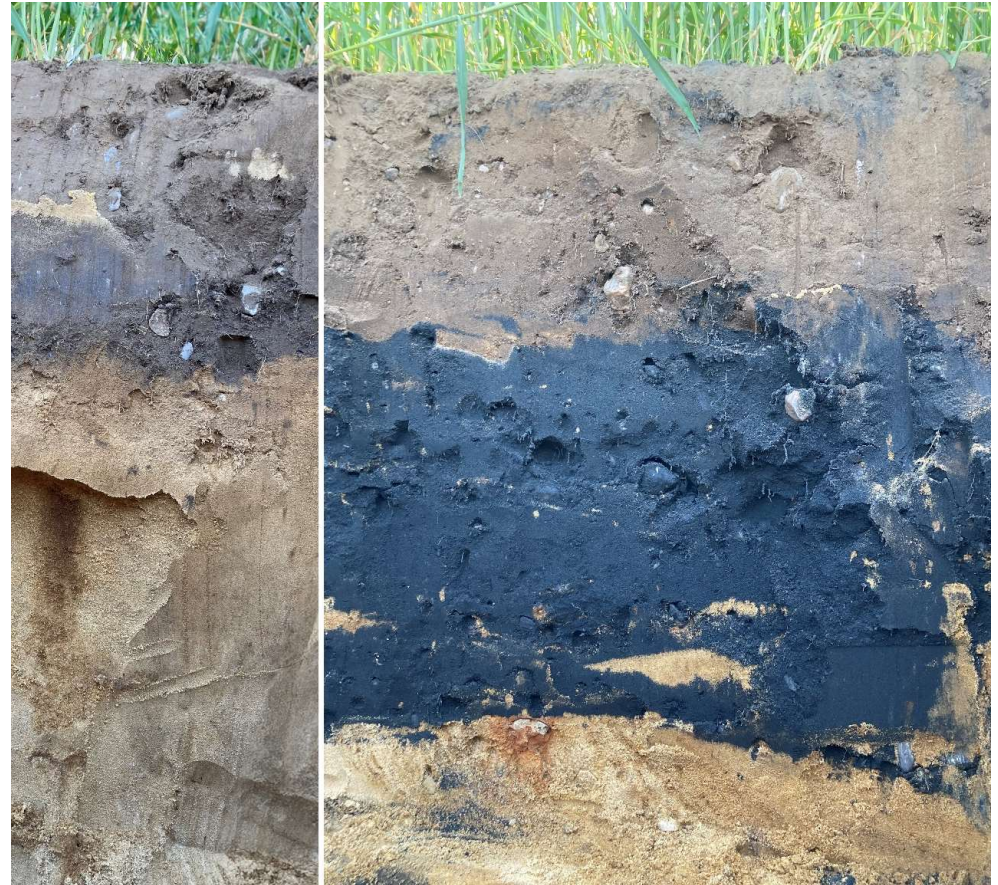
Fotos: Henning Sjørølev Lyngvig

Forsøget i august 2024



4

1



Fotos: Janne Aalborg Nielsen

SEGES
INNOVATION

Resultater høst 2024

Vinterrug	Pct. råprote in	Udb. og merudb., kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	N, pct. i tørstof	P, pct. i tørstof	K, pct. i tørstof	S, pct. i tørstof	Mg, pct. i tørstof	Ca, pct. i tørstof
2024. 1 forsøg									
1. Ubehandlet	7,9	113 ab	89,78	3,26	0,32	2,43	0,22	0,12	0,35
2. Opgravet underjord	7,7	0 b	1,90	3,21	0,32	2,38	0,21	0,12	0,35
3. Opgravet underjord iblandet 1,5 pct. biokul	8,5	15 ab	5,49	3,54	0,33	2,49	0,22	0,11	0,34
4. Opgravet underjord iblandet 3 pct. biokul	8,5	17 a	6,87	3,47	0,34	2,58	0,23	0,11	0,33
LSD		13	ns						

Foreløbige resultater fra Landsforsøgene 2024

Planteafgiftsfonden

SEGES
INNOVATION

Klimaperspektiv

- Slag-på-tasken-udregning...
- 200 tons biokul fra halm pr. ha = cirka 400 tons CO₂-eq pr. ha
- Spredning på 32.500 ha (eller **1,2 %**) af det dyrkede areal = dansk landbrugs samlede udledninger pr år (13 mio tons CO₂-eq)
- **Udbringning alene** med nuværende teknik (150.000 kroner pr ha) = **4,9 milliarder kroner.**

Biokul eftervirkningsresultater

Forsøg med biokul til vinterraps

- 2 forsøg i 2023
- Biokul fra halm og gyllefibre (begge fra Stiesdal)
- Udført i Vestjylland (JB 5) og Østjylland (JB 4)
- **Udbyttetab på 3-4 hkg frø af standardkvalitet med store mængder biokul fra halm (10 og 20 tons pr. ha)**
- Høj tildeling af kalium fra biokul
- Antagonisme? Saltskader?

- Udbyttetab på grund af høje tilførsler af biokul kan blandt andet skyldes:
- **Binding af næringsstoffer til biokul**
- **Højt saltindhold**

Tabel: Forsøg med afprøvning af biokul fra halm og gyllefibre til vinterraps (Landsforsøgene 2023, **foreløbige resultater**)

Vinterraps	Plantebestand efter fremspiring, planter pr. m ²	Ton C pr. ha tilført med biokul	Kg N pr. ha tilført med biokul + gødning	Kg P pr. ha tilført med biokul + gødning	Kg K pr. ha tilført med biokul + gødning	Olie, pct. i TS	Udbytte og mer-udb., standartkvalitet, hkg pr. ha
<i>2023. 2 forsøg</i>							
Ubehandlet	32	0,0	135	0	100	53,2	56,1
5 ton biokul fra halm	29	2,6	162	7	262	53,1	-0,2
10 ton biokul fra halm	29	5,3	189	14	423	53,0	-3,9
20 ton biokul fra halm	25	10,6	244	28	746	53,0	-3,2
4,2 ton biokul fra gyllefibre	29	2,1	198	49	279	53,6	-1,0
LSD							3,0

STØTTET AF
Promilleafgiftsfonden for landbrug

SEGES
 INNOVATION

Eftervirkning i 2024 - ingen negativ effekt på udbyttet i vinterhvede

Biokul	2024								
	Total N, pct. i jord	Total C, pct. i jord	RT, (0-25 cm)	PT, (0-25 cm)	KT, (0-25 cm)	MGT, (0-25 cm)	Pct. protein i ts.	Udbytte og merudb., kg N i kerne	Udbytte og merudb., hkg kerne pr. hektar
2023-2024.	2 forsøg, vinterhvede (kun jordprøver 1 forsøg)								
Ubehandlet	0,13	2,00	7,86	2,39	10,74	2,18	11	111	73,1
5 ton biokul fra halm	0,13	2,02	7,84	2,80	11,59	2,15	11	5	-0,2
10 ton biokul fra halm	0,13	2,25	7,76	2,77	12,05	2,70	10	0	2,2
20 ton biokul fra halm	0,13	2,25	7,85	3,00	14,97	2,27	11	3	1,5
4,2 ton biokul fra gyllefibre	0,15	2,16	7,83	3,42	12,26	2,79	11	4	1,8
LSD								ns	ns

Foreløbige resultater fra Landsforsøgene 2024

Planteafgiftsfonden

SEGES
INNOVATION

Forsøg med biokul fra halm etableret i 2022

Biokul	2022			2023			2024							
	Kg N pr. ha i gødning	Plante-bestand efter frem-spiring, planter pr. m ²	Udbytte, hkg kerne pr. ha	Kg N pr. ha i gødning	Plante-bestand efter frem-spiring, planter pr. m ²	Udbytte, hkg kerne pr. ha	Kg N pr. ha i gødning	Udbytte, hkg kerne pr. hektar	Pct. råprotein	Biomasse, juni, NDVI (drone)	N, pct. i tørstof	P, pct. i tørstof	K, pct. i tørstof	Fe, ppm i tørstof
2022-2024.	3 forsøg, vinterhvede			2 forsøg, vårbyg			1 forsøg, vårbyg							
Ubehandlet	0	181	47,7	127	267	57,1								
Ubehandlet	100	174	89,3	127	255	56,4								
Ubehandlet	150	180	104,5	127	265	56,4	127	56,4	10,0	0,82	3,76	0,24	2,75	106
Ubehandlet	200	178	109	127	285	57,9								
10 ton halmpiller	180	176	104,1	127	265	54,7								
2,5 ton biokul fra halm	180	180	102,4	127	272	55,6	127	55,4	10,0	0,79	3,70	0,23	2,82	68
5 ton biokul fra halm	180	176	100,2	127	275	56,4	127	57,1	9,9	0,82	3,77	0,26	2,88	62
10 ton biokul fra halm	180	173	101,9	127	278	54,9	127	58,2	9,8	0,82	3,84	0,25	2,90	63
20 ton biokul fra halm	180	172	101,6	127	275	54,6	127	55,4	9,7	0,78	3,64	0,27	2,85	63
LSD			8,4			ns		ns						

Foreløbige resultater fra Landsforsøgene 2024

Planteafgiftsfonden

SEGES
INNOVATION

Biokul og fosfor

Forsøgslokaliteter

	Nordjylland	Sjælland	Lolland	Middel af parcelljordprøver		
	Jerslev	Haslev	Holeby	Fs. 001	Fs. 002	Fs. 003
	Fs. 001	Fs. 002	Fs. 003	Fs. 001	Fs. 002	Fs. 003
JB	4	7	8	-	-	-
Humus	4,5	2,2	2,6	-	-	-
Ler	7	16	26	-	-	-
Silt	8	11	19	-	-	-
Finsand	60	49	42	-	-	-
Grovsand	21	22	12	-	-	-
Alox	85	47	45	-	-	-
Feox	48	61	20	-	-	-
Pox	20	14	7	-	-	-
DPS	30	26	21	-	-	-
P-CaCl2	0,9	0,7	0,2	-	-	-
Rt	6,1	7,2	7,7	6,1	7,3	7,8
Pt	7,3	1,8	1,2	7,7	1,8	0,9
Kt	12	11	11	11,8	10,8	10,4
Mgt	9,8	5,6	9,8	9,7	6,3	9,6

003:

Rt varierer fra 7,1-8,1, median 7,9

Pt varierer fra 0,6-1,3, median 0,9



Behandlinger

Behandlinger
1. Ingen P
2. 10 kg P i TSP
3. 30 kg P i TSP
4. 60 kg P i TSP
5. 30 kg P i TSP, bredspredt/nedharvet
6. 30 kg P i biokul
7. 90 kg P i biokul
8. 90 kg P i biokul + 60 kg P i TSP
9. 20 kg P i biokul + 10 kg P i TSP

Andre gødninger:

NS 27-4, hvor N tildeles efter normen

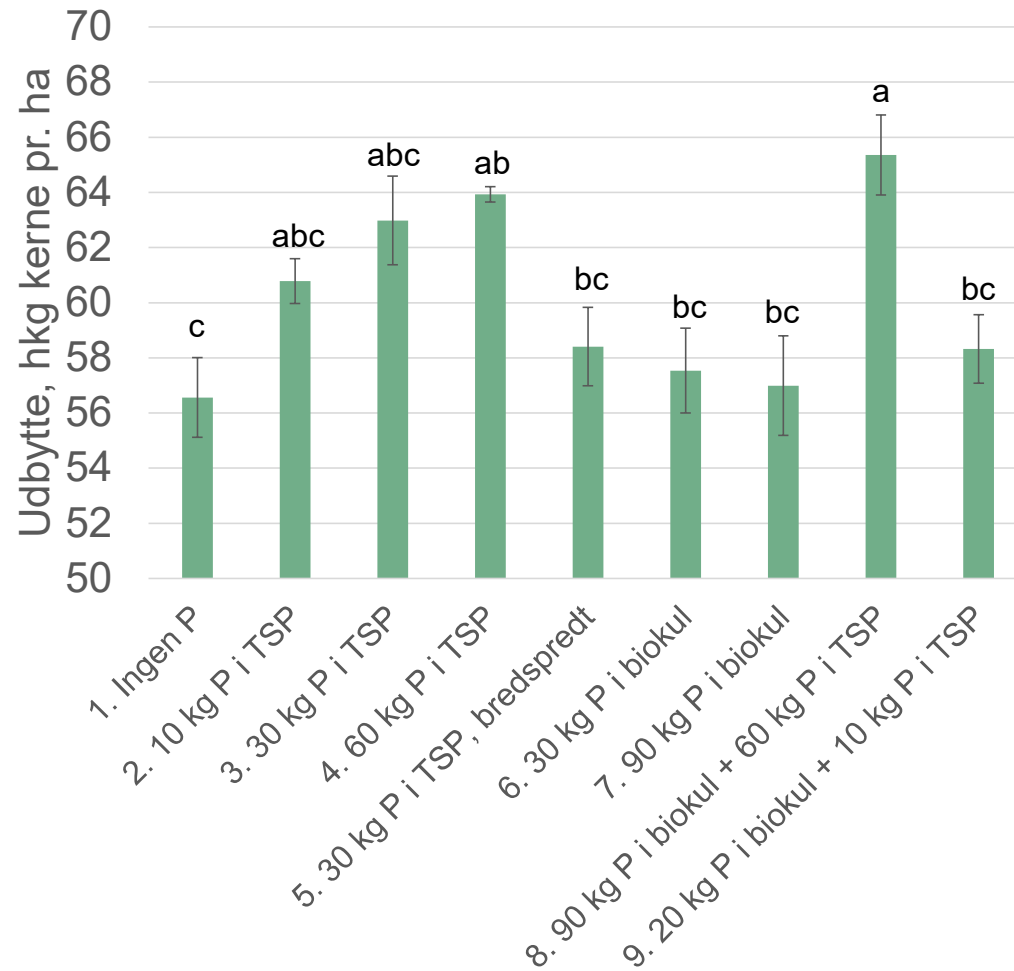
NS-gødning udsendes og harves (sammensættes af biokul/bredspredt TSP i behandling 5-9)

K: 100 kg K i kaliumchlorid

Mg: 50 kg kiserit

"Gødsket med tilstrækkelige mængder Mn, Cu og Zn."

Forsøg 003 ved Holeby, Lolland



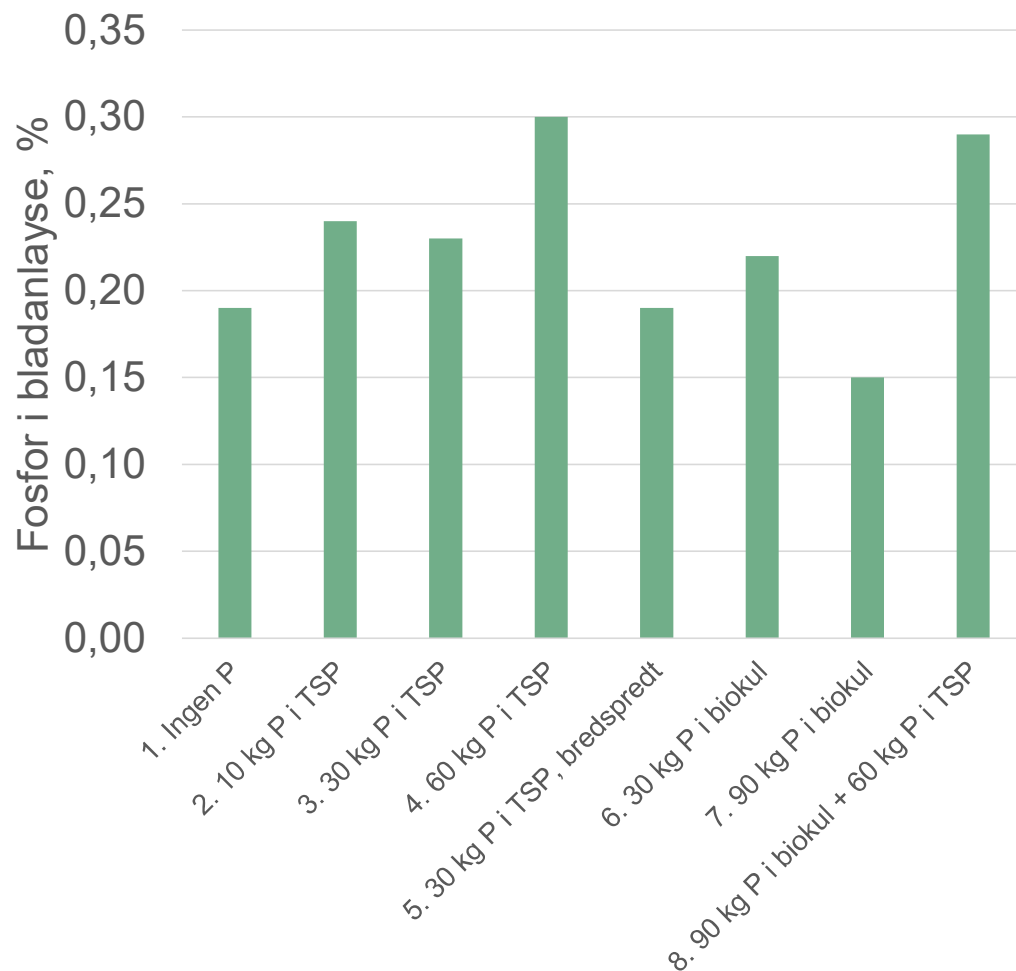
Resultater:

- Stigende udbytte med stigende P i TSP
- Signifikant merudbytte for placeret fosfor (60P) = 7,4 hkg/ha
- Signifikant merudbytte for 90 kg P i biokul + 60 kg P i TSP = 8,8 hkg

Konklusioner:

- Udbytterespons for placeret P i TSP
- Ingen effekt af bredspredt/nedharvet P i TSP
- Ingen effekt af P bredspredt/nedharvet P i biokul.

003 Holeby: Bladanalyser viser P-mangel/lave værdier



Andre næringsstoffer i bladanalyser:

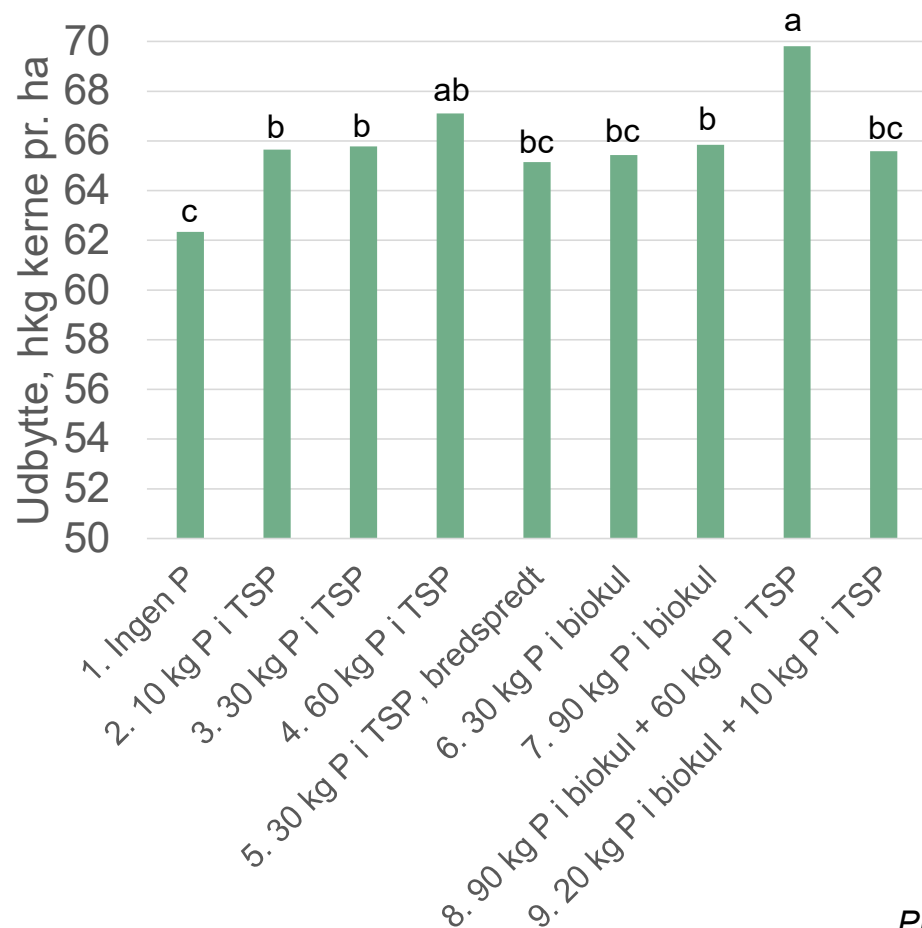
- Ingen andre næringsstoffer viser mangel
- Et par lidt lave (<0,15%) på Mg (målt 0,14-0,18), men ikke under den kritiske grænse (<0,07) Mest lidt lave (<15 ppm) på Zn (målt 13-16,4), men ikke under den kritiske grænse (>10)

Værdier for vinterbyg/vinterhvedeafgrøde

[Planteanalyser – indhold og grænseværdier for forskellige næringsstoffer \(landbrugsinfo.dk\)](https://landbrugsinfo.dk)

Foreløbige resultater fra Landsforsøgene 2024

Sammenstilling af 3 forsøg – samlet foreløbig konklusion

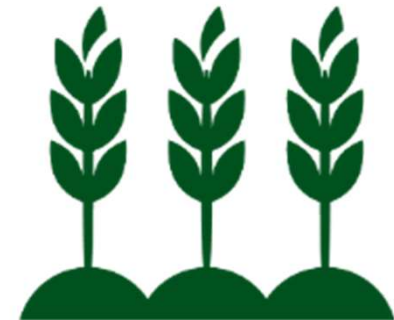


- Begrænset førsteårs effekt af fosfor i biokul
- Men på 2 ud af 3 lokaliteter er der en udbytteeffekt af biokul.
- Blad- og jordanalyser peger i retning af noget andet end fosfor, der giver udbytteeffekten. Synergieffekt?
- Kan vi forvente en forsinket effekt af P i biokul?

Preliminary results from Landsforsøgene 2024

Tak for din opmærksomhed, og flere resultater venter i 2025

- Nye langtidsforsøg
- Demonstrationer af applikationer
- P-forsøg
- Flere eftervirkningsundersøgelser
- Forsøg med kartofler



... Vi ses vel til Plantekongres 2025 8.-9. januar?

