

The background of the slide is a photograph of a rural landscape. In the foreground, there is a lush green field of crops, possibly corn. In the middle ground, there are several farm buildings, including a large white barn and two tall, cylindrical metal silos. The background shows rolling green hills under a sky with soft, white clouds.

Fremtidens biomasser i den danske biogasproduktion

Frederik Schmidt

Temadag om afgasset biomasse - 6. November 2024

I 2023 og 2024 har SEGES Innovation arbejdet en analyse for Energistyrelsen vedrørende udfasningen af energiafgrøder, konsekvens heraf, og hvilke biomasser biogasanlæggene ser ind i at skulle bruge i fremtiden.

Baggrund for analysen

Opgave for Energistyrelsen:

”Anvendelsen af energiafgrøder i den danske biogasproduktion”

1. Kortlægning af anvendelsen af energiafgrøder
2. Potentialet i anden biomasse som substitution for energiafgrøder til samensilering med halm

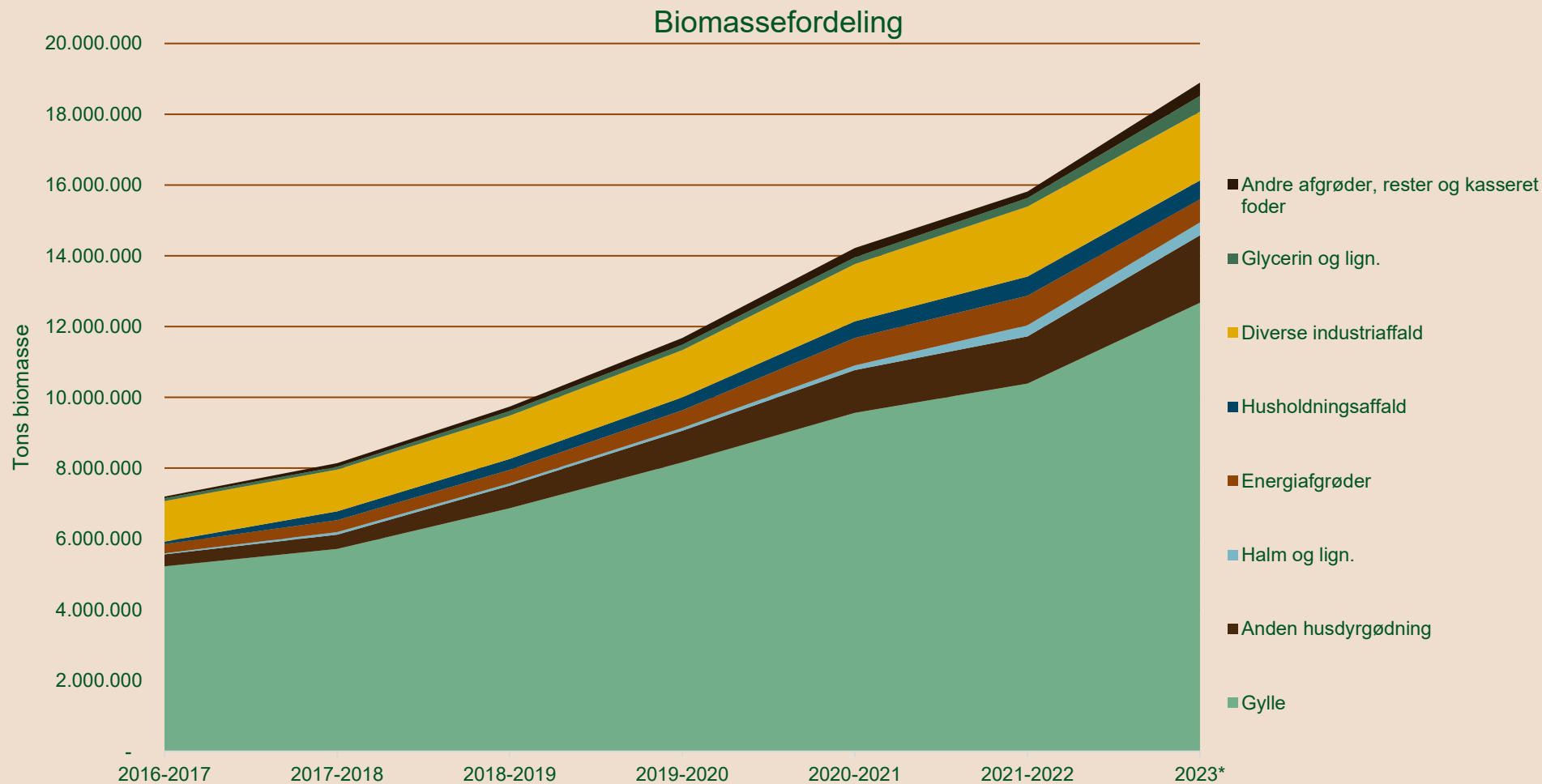
Datagrundlag:

- ♻️ Biomasseindberetninger 2016 – 2023
- ♻️ Interviews med biogasanlæg

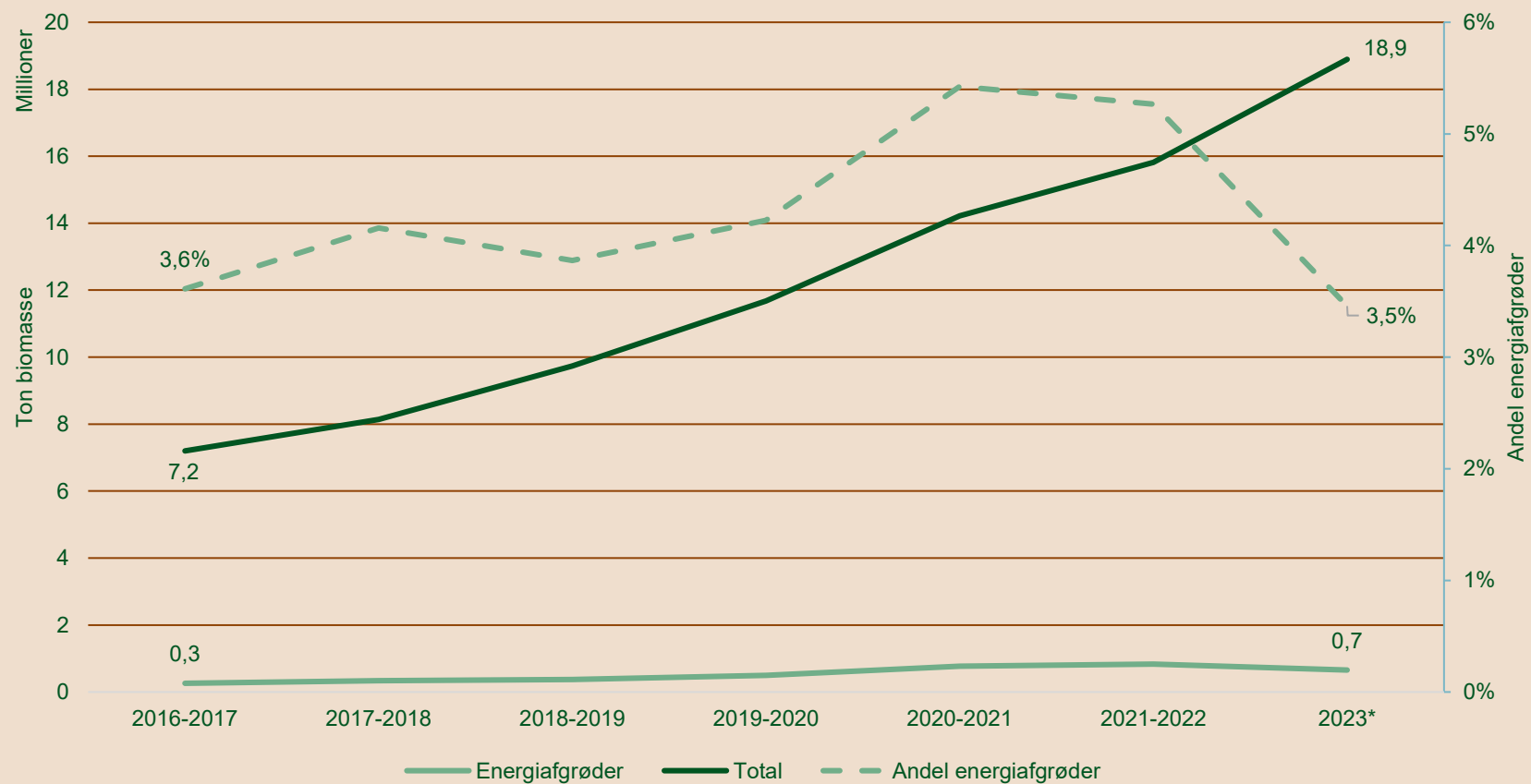
Agenda

- ♻️ Biomasseforbruget i dag
- ♻️ Energiafgrødeforbruget
- ♻️ Fremtidens alternativer
 - ♻️ Rughelsæd
 - ♻️ Græs
 - ♻️ Samensilering
 - ♻️ Efter- og mellemafgrøder
 - ♻️ Majshalm
 - ♻️ Industriprodukter
 - ♻️ Andet
- ♻️ Gødningskvaliteten i fremtiden

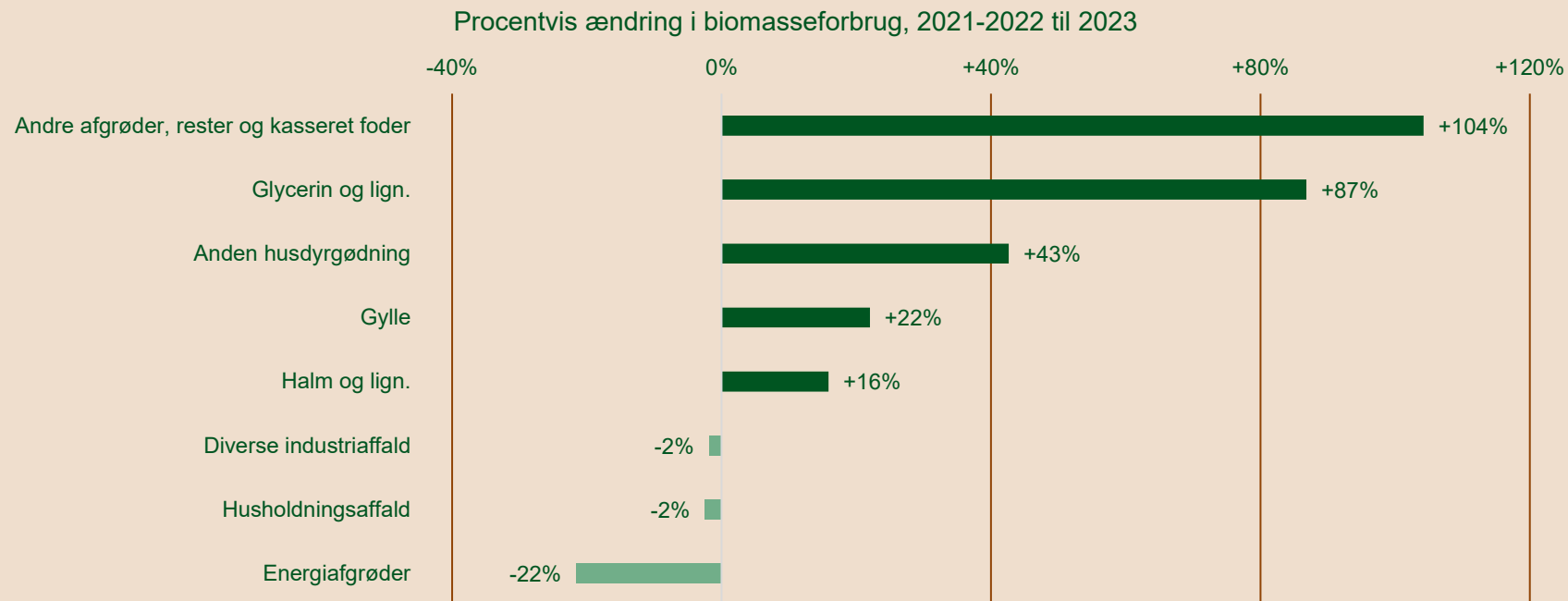
Hvad gør vi i dag?



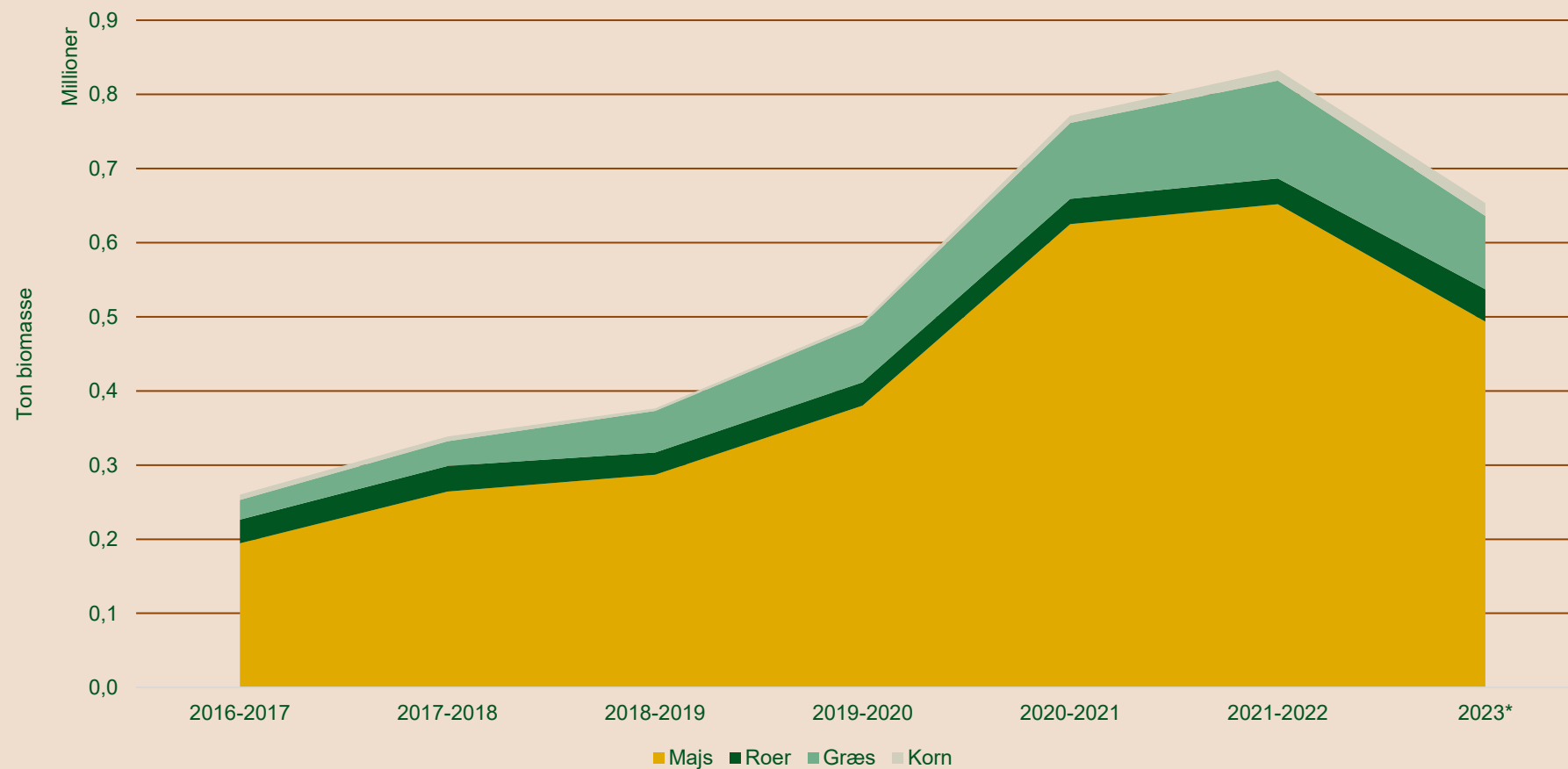
Hvad gør vi i dag?



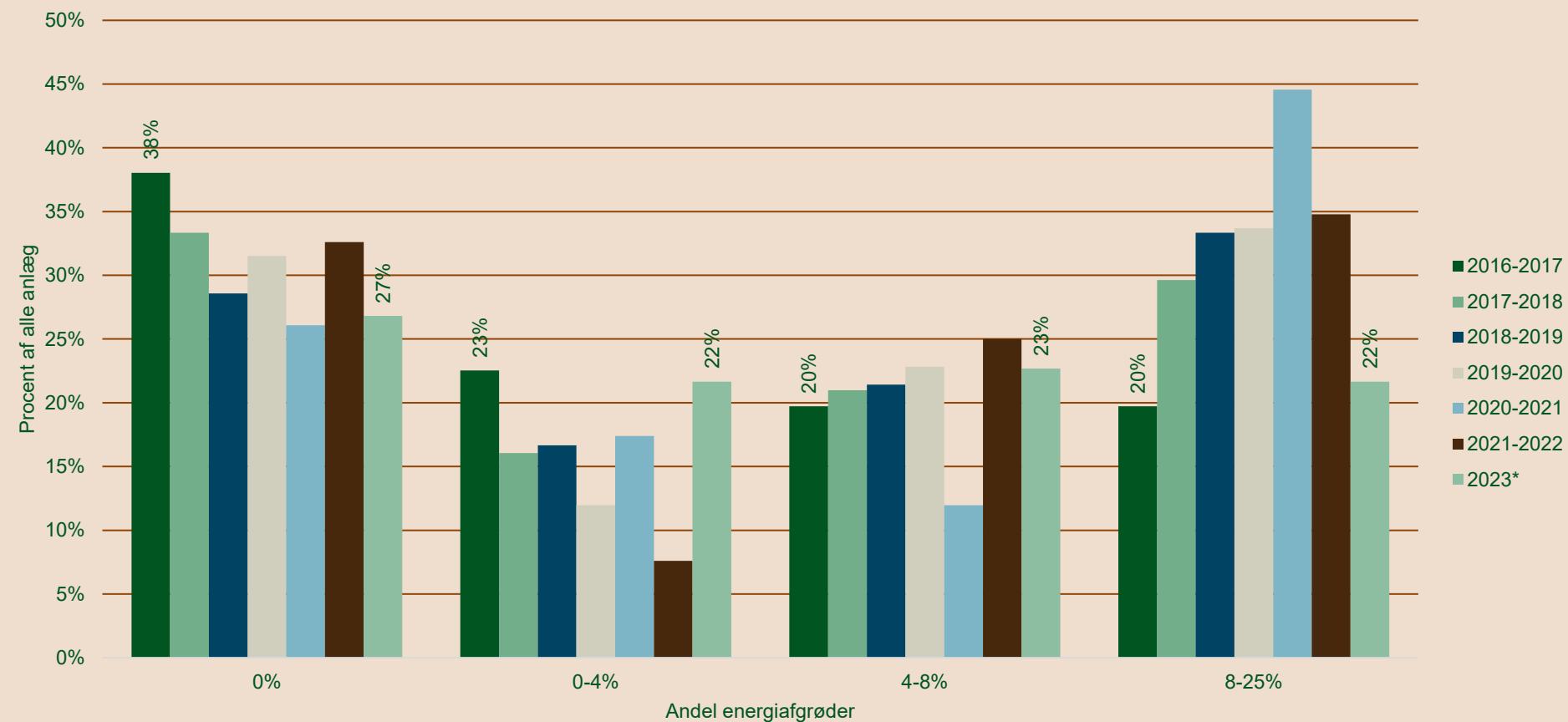
Hvordan har branchen udviklet sig på et år?



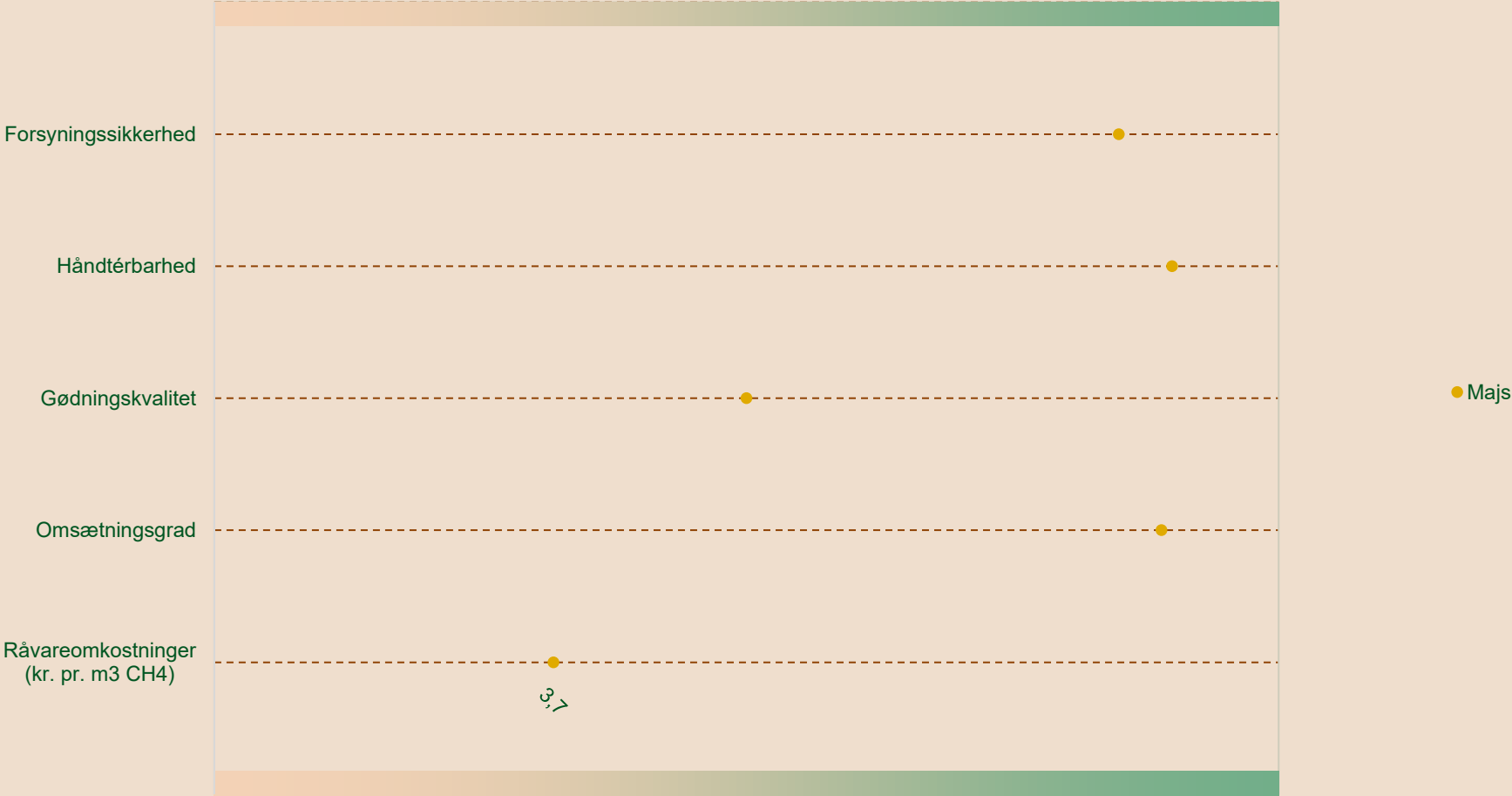
Energiafgrødeforbruget



Energiafgrødeforbruget



Hvorfor Majs?



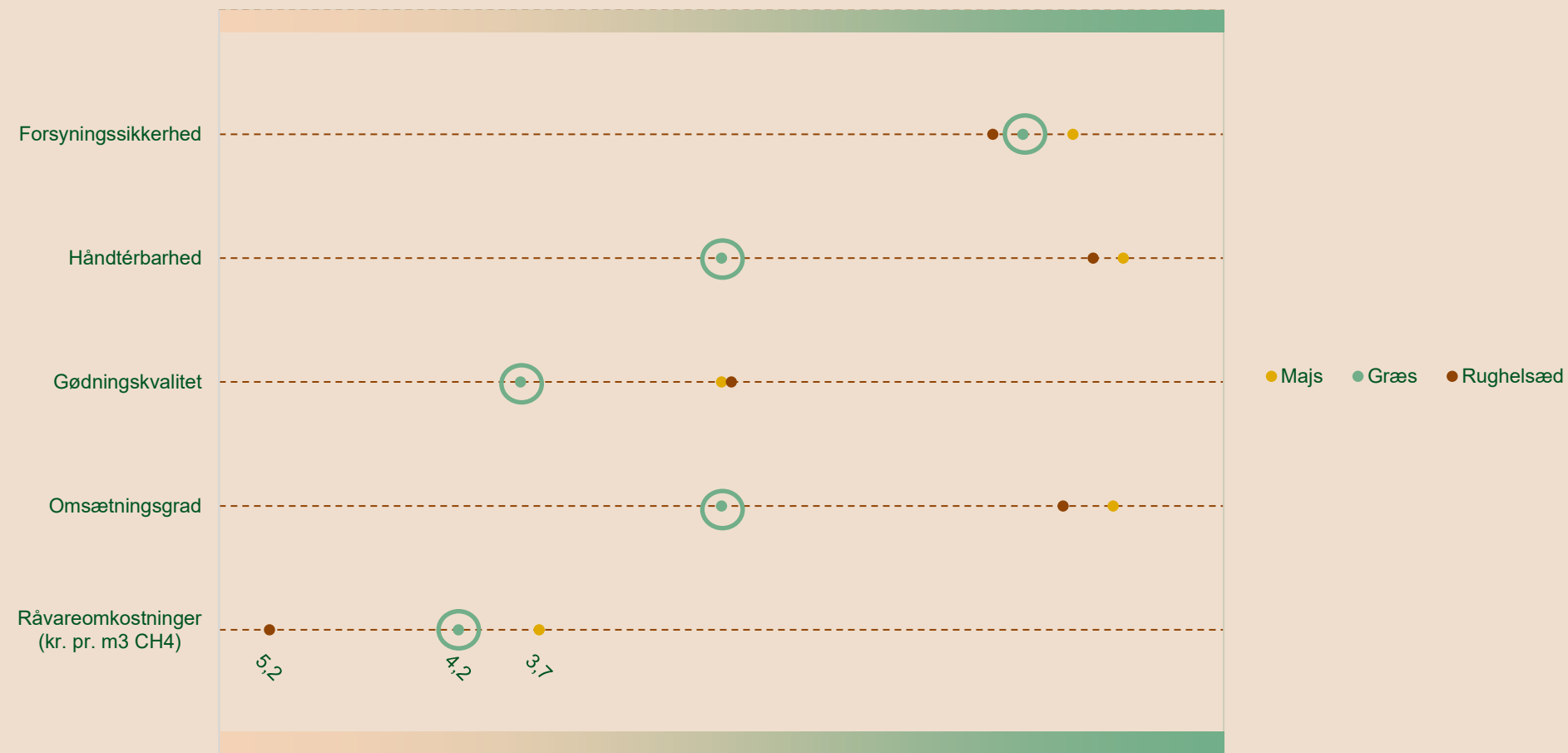
Alternative biomasser som erstatning for majs - overblik

- ♻️ Landbrugsbiomasser
- ♻️ Forskellen på anlæg med og uden opgradering
- ♻️ Konkurrence imellem biogasanlæggene

Rughelsæd



Græs



Anlæggene er tilbageholdende over for at bruge græs pga. begrænsede indtjeningsmuligheder

🔗 Permanent græs

- 🔗 5-årig periode er en udfordring

🔗 "Miljøgræs"

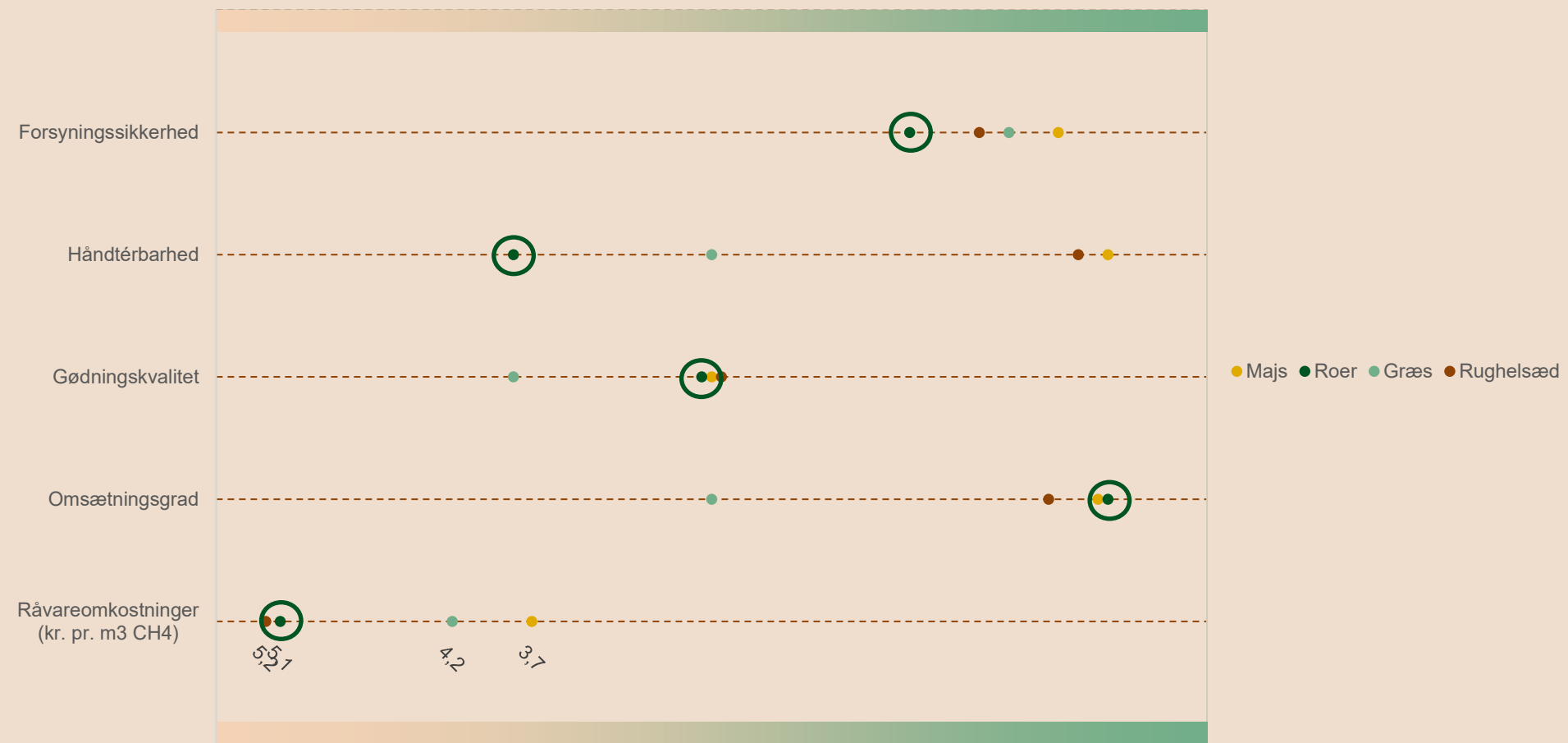
- 🔗 Affødt af den grønne trepart
- 🔗 Uklart om det bliver en reel klassificering

🔗 Primærafgrøder

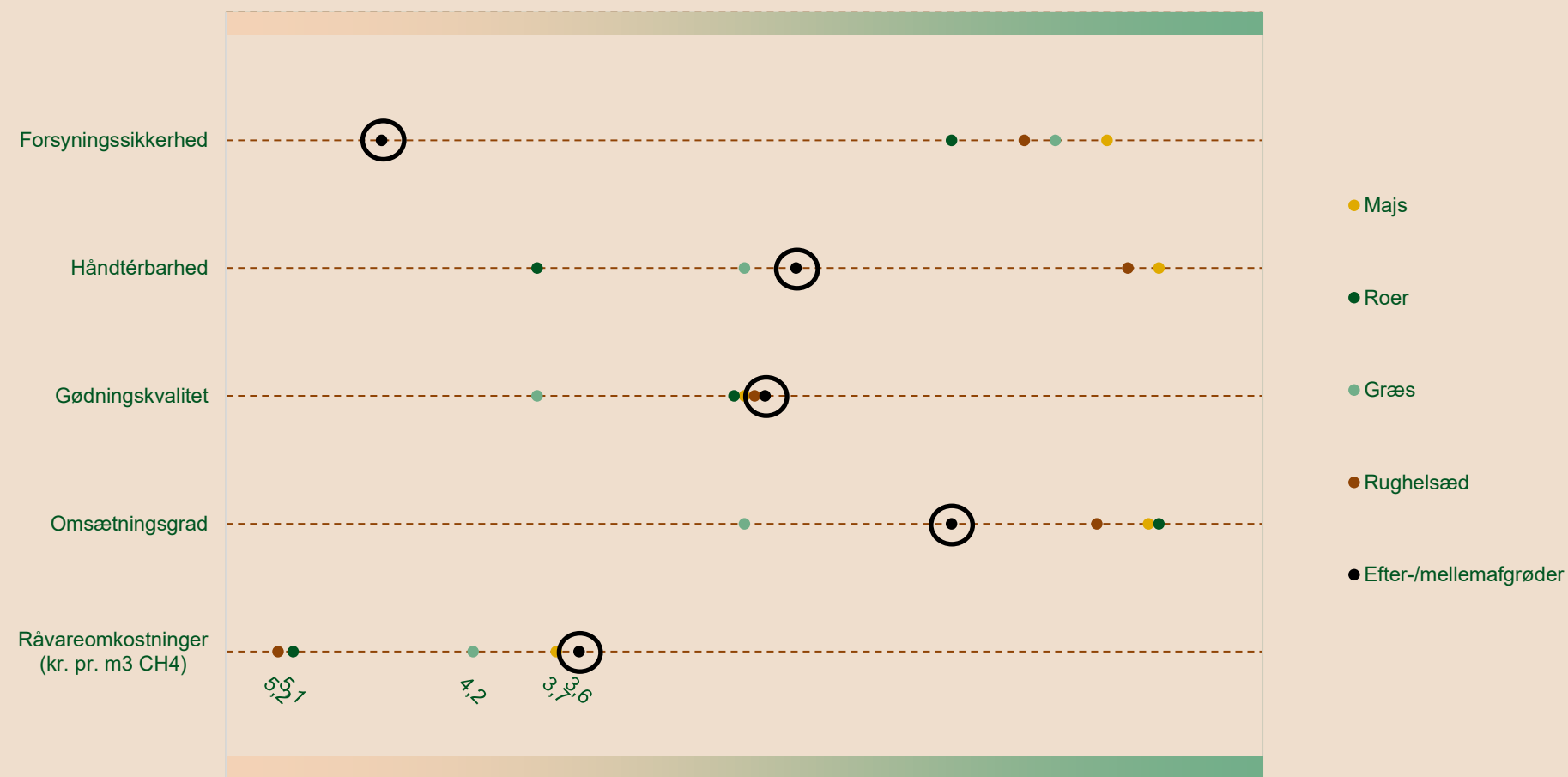
- 🔗 Udfordringer mht. certifikater

Græstype	Energiafgrøde?	Primærafgrøde?
Omdriftsgræs	Ja	Ja
Økologisk kløvergræs	Nej	Ja
Permanent græs	Nej	Ja
"Miljøgræs"	?	Ja

Roer



Efter- og mellemafgrøder



Samensilering

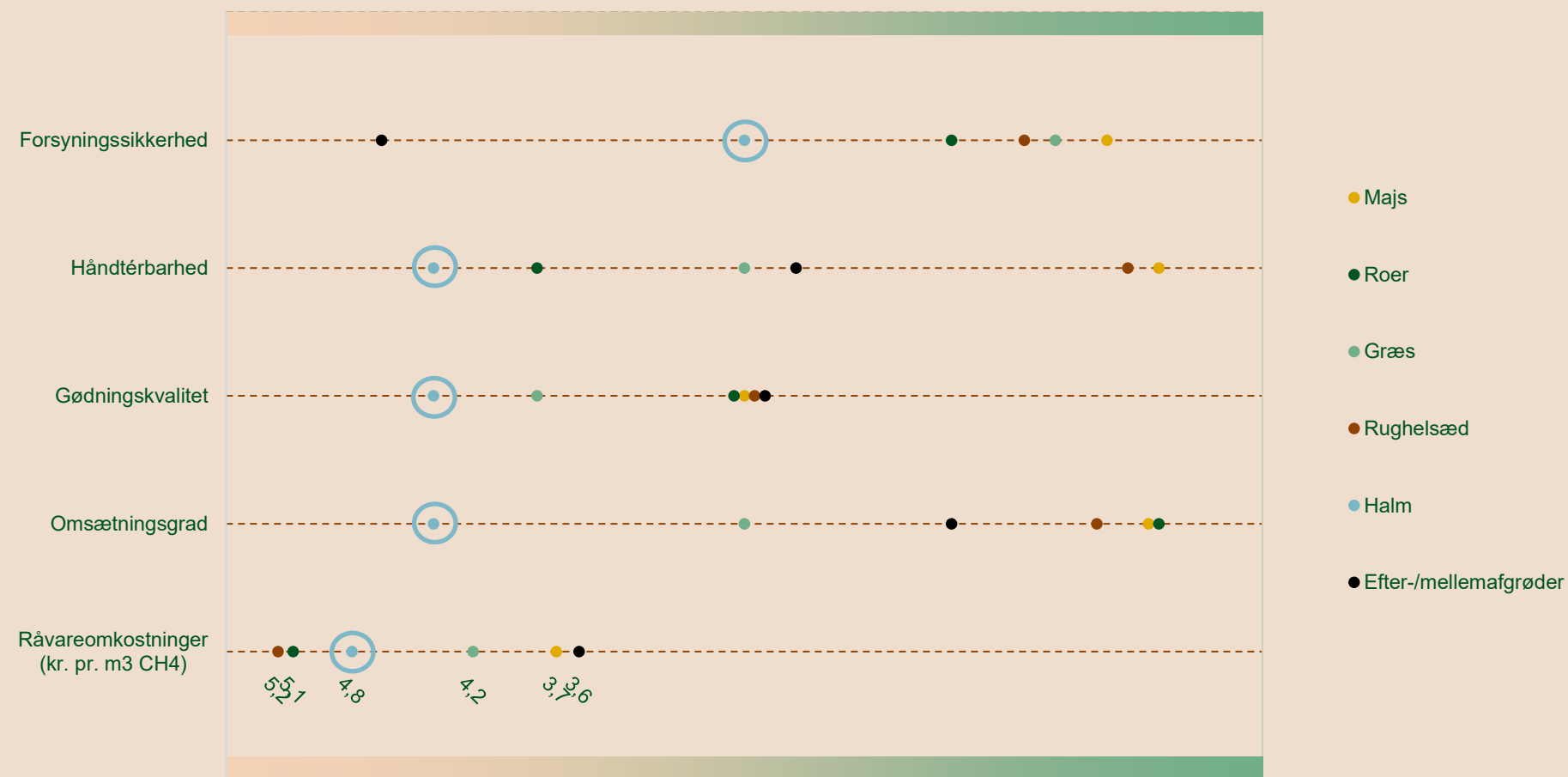
Perspektivet i samensilering vil komme til at give biogasanlæggene muligheder for at bruge større mængder halm

At finde de biomasser der er gode at samensilere med, kan komme til at være vigtig ift. at kunne øge halmforbruget i biogasbranchen

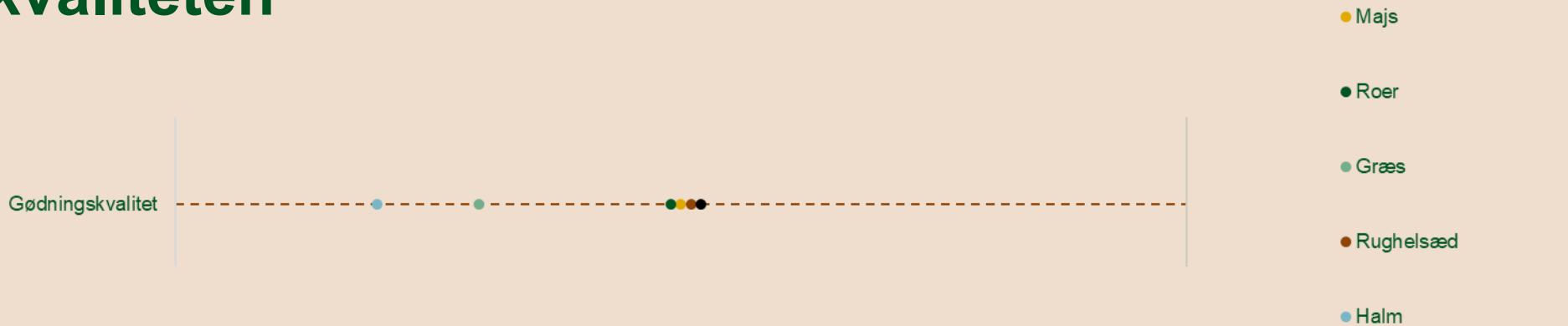
Nøgle ligger i at kunne lave et ensilerings produkt der kan have et tørstofindhold på ca. 30%

Biomasserne kunne være: Roer, Efter- og mellemafgrøder, restprodukter fra grøn bioraffinering og enkelte industriprodukter

Halm



Gødningskvaliteten



Mere halm kommer til at give nogle udfordringer ift. resttørstoffet i den afgassede biomasse

-Samensilering kan hjælpe med et mere håndterbart produkt på ind-siden, og vil formentligt også mindske problematikken med den afgassede biomasse.

Mere græs vil mindske kvaliteten af den afgassede biomasse grundet resttørstofindholdet og det store indhold af organisk kvælstof

De andre biomasser ligger på linje med hvad vi kender fra majs

Nyt, anderledes og gamle kendinge?

♻️ Rapsblade

- ♻️ Udbytteforsøg indikere at der kan høstes 2 ton tørstof per hektar
- ♻️ Det vil medføre en 3-4% reduktion i frøudbyttet

♻️ Majshalm

- ♻️ Separat høst af kolber og stængel
- ♻️ Forventes sammenligneligt med frøgræshalm

♻️ Industriprodukter

CHARACTERIZATION AND VALORIZATION OF AGRICULTURAL DIGESTATE AND DERIVED FERTILIZER PRODUCTS

CRISTIANE ROMIO



AARHUS
UNIVERSITY
DEPARTMENT OF BIOLOGICAL AND CHEMICAL
ENGINEERING

NOVEMBER 6TH 2024

CRISTIANE ROMIO
POSTDOC



AGENDA

Study 1: Characterization and valorization of digestate and derived fractions from solid-liquid separation;

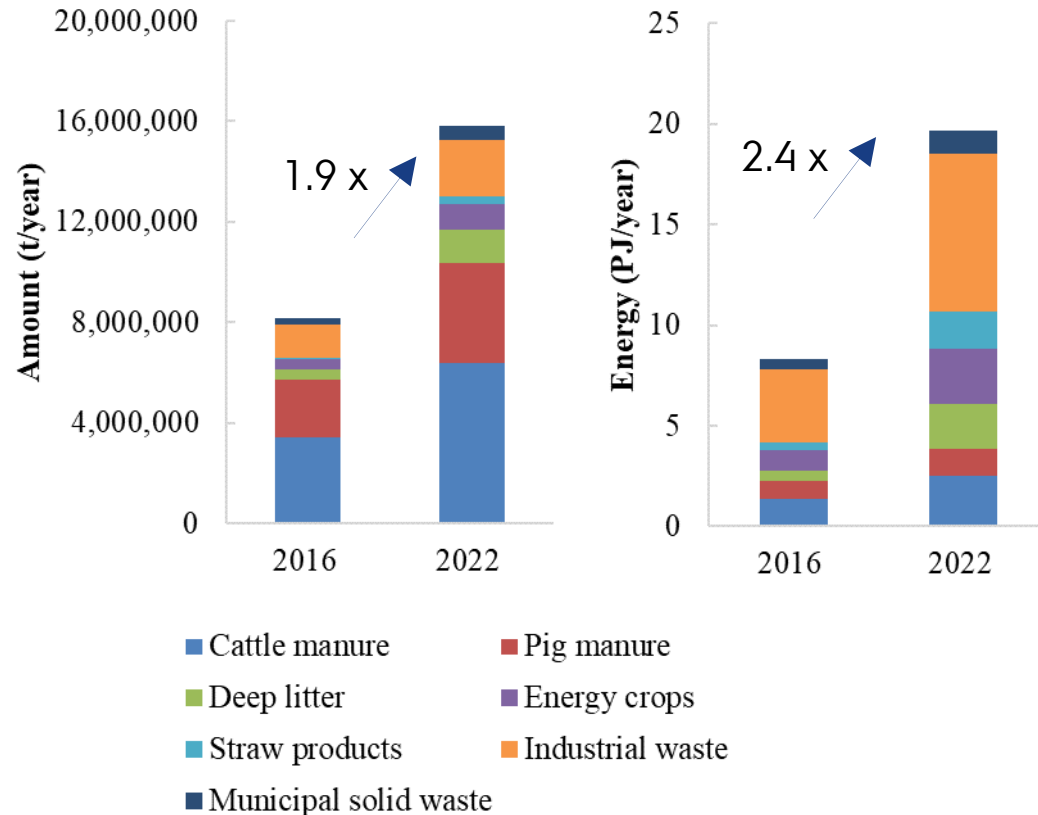
Study 2: Nitrogen value and environmental impacts associated with plasma treatment of digestate.



STUDY 1

Characterization and valorization of digestate and derived fractions from solid-liquid separation

MOTIVATION – BIOGAS SECTOR IN DENMARK



Intensification and changes of the biogas sector in Denmark in recent years

- Doubling of amount of biomass utilized in anaerobic digestion and energy produced from 2016 to 2022;
- Change on feedstock composition driven by larger utilization of deep litter and straw:
 - Deep litter fraction: 8% of total mass in 2022 → increase of 70%;
 - Straw fraction: 2% of total mass in 2022 → increase of 125%;
 - Some biogas plants operate with up to 25% deep litter + straw!

Danish Energy Agency (personal communication)

MOTIVATION – BIOGAS SECTOR IN DENMARK

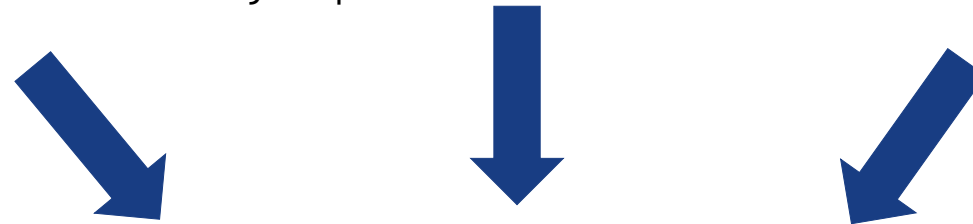
Imposed energy crops limits in Denmark
(sustainability concerns):

2022/2023: 12%
2023/2024: 9%
2024/2025: 4%
2025/2026: 4 %

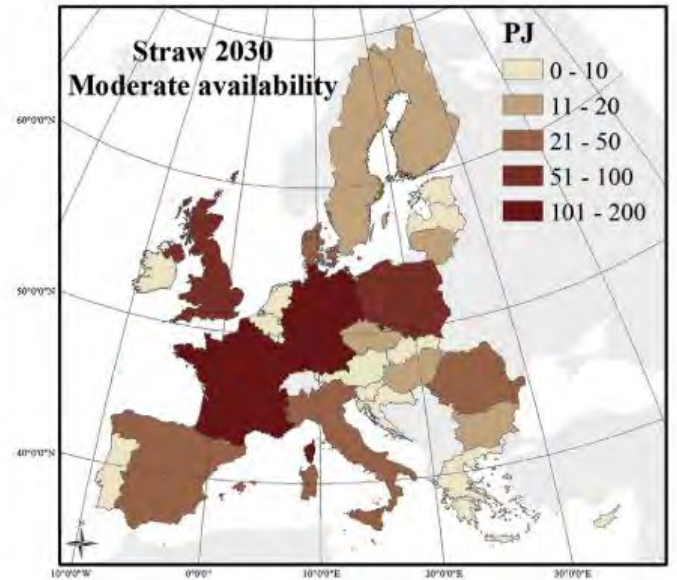


Increased competition for industrial
wastes, leading to their scarcity and
higher prices

Great availability of agricultural
lignocellulosic residues



More agricultural residues fed into biogas plants



Meyer et al. (2018)

OBJECTIVES

How the shift in feedstock seen in recent years (and associated changes in operational conditions, e.g., increased hydraulic retention time) affect the digestate quality?

How efficient is the solid-liquid separation of the recent digestate samples?

METHODS

Samples collection:

- **Group 1:** 15 samples collected in **2015-2016** (average hydraulic retention time (HRT) of 42 days);
 - **Group 2:** 46 samples collected in **2020-2023** (average HRT of 61 days);
 - Group 2: 12 samples of liquid fraction of digestate (**LFD**);
 - Group 2: 12 samples of solid fraction of digestate (**SFD**);
- } 3 decanter centrifuge
9 screw press

Characterization:

- pH, conductivity, total solids (TS), volatile solids (VS), total ammoniacal nitrogen (TAN), total Kjeldahl nitrogen (TKN), nutrients, and heavy metals;
- Lignocellulosic composition, lipids, and proteins;
- Residual methane yields, calorific values (theoretical);
- Viscosities.

METHODS

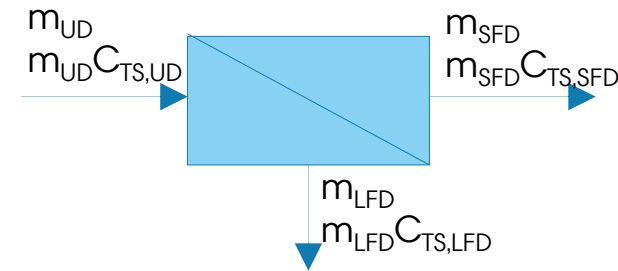
Separation efficiency:

- Group 2: 10 samples sets of unseparated digestate (UD), LFD, and SFD. {

2 from decanter centrifuges;
8 from screw presses.

What fraction of digestate was recovered as SFD?

$$\frac{m_{SFD}}{m_{UD}} = \frac{C_{TS,UD} - C_{TS,LFD}}{C_{TS,SFD} - C_{TS,LFD}}$$



Separation index:

$$SI_x = \frac{m_{SFD} C_{x,SFD}}{m_{UD} C_{x,UD}}$$

Relative separation index:

$$RSI_x = \frac{SI_x - \frac{m_{SFD}}{m_{UD}}}{1 - \frac{m_{SFD}}{m_{UD}}}$$

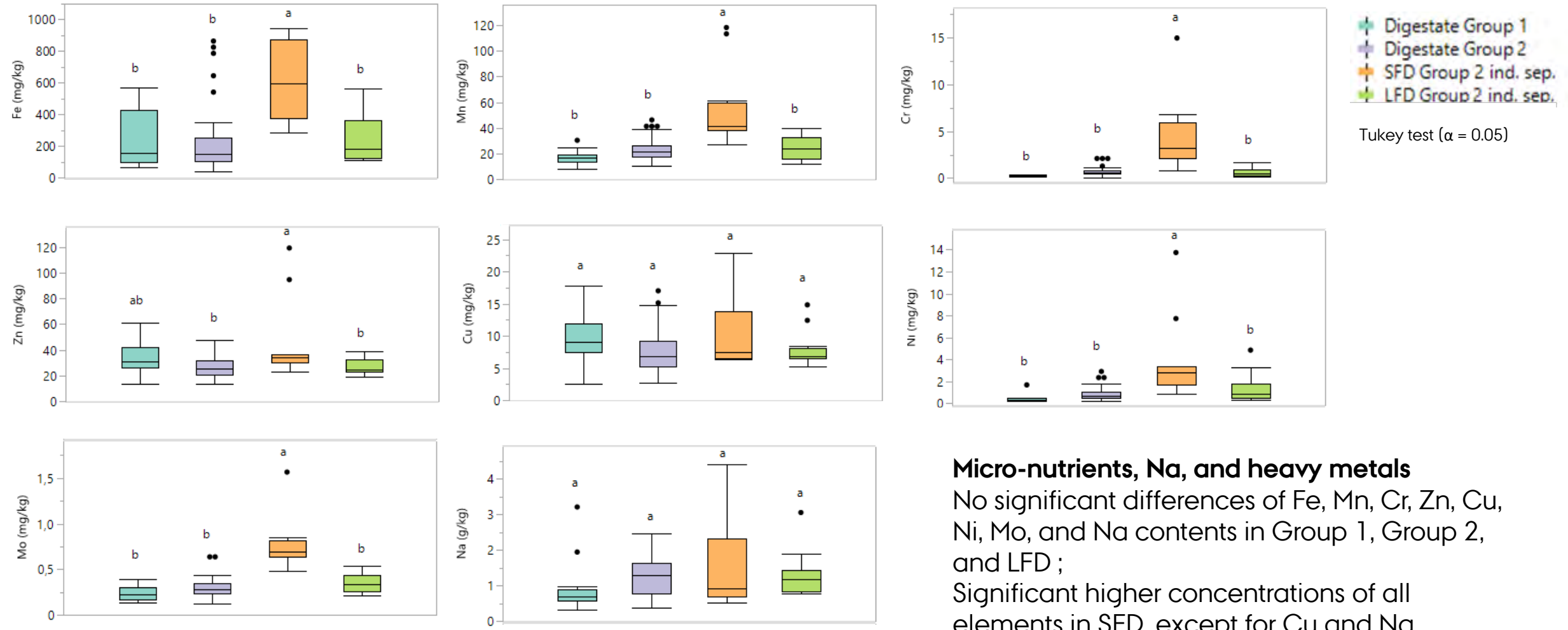
RSI = 1 → complete recovery of a component in the SFD ($m_{SFD} C_{x,SFD} = m_{UD} C_{x,UD}$);

RSI = 0 → no selective recovery in the SFD ($C_{x,SFD} = C_{x,UD}$);

RSI < 0 → removal from the SFD ($C_{x,SFD} < C_{x,UD}$)

m: mass, C: concentration (in wet mass basis), x: any analyzed component

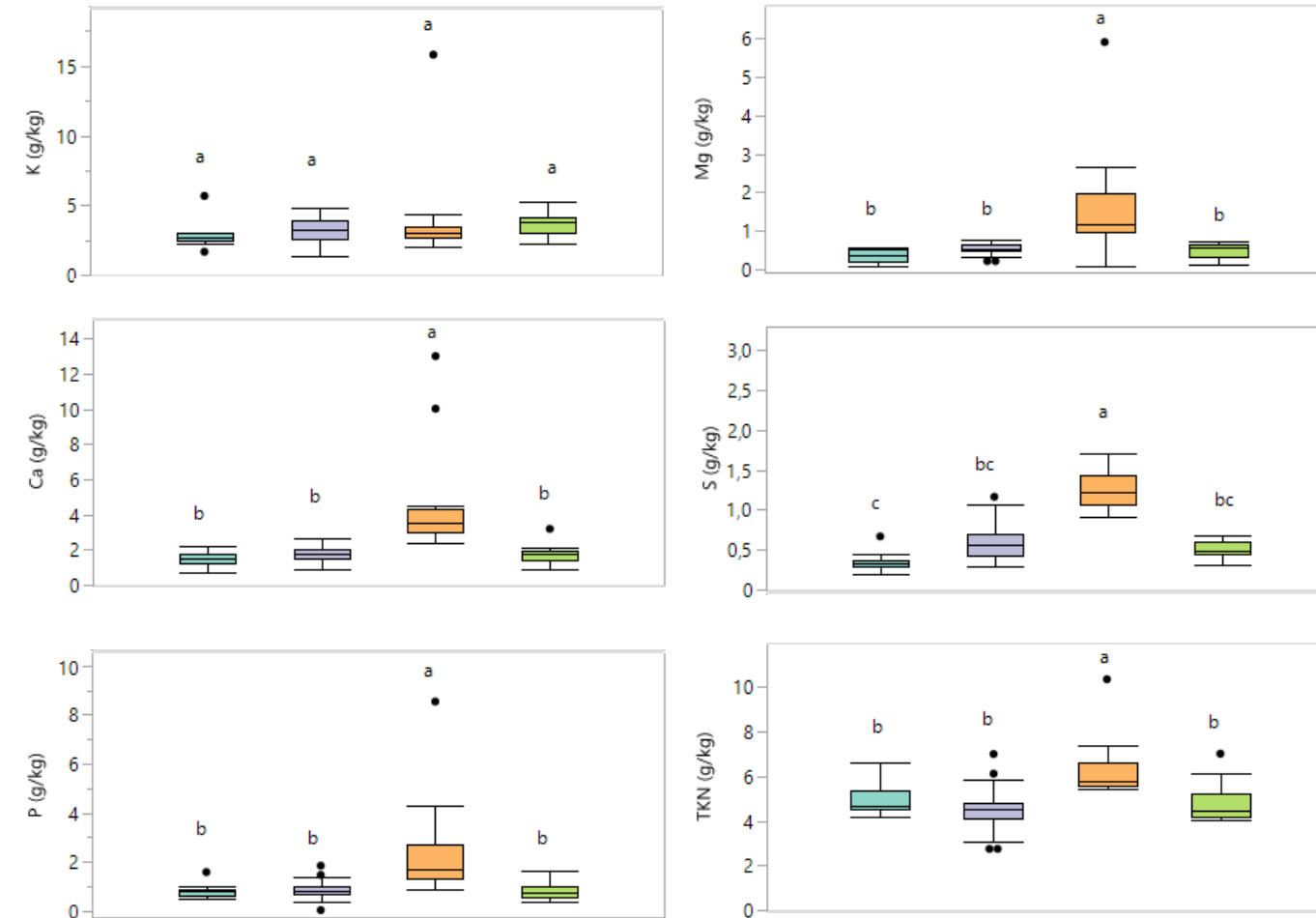
RESULTS – DIGESTATE CHARACTERIZATION



Micro-nutrients, Na, and heavy metals

No significant differences of Fe, Mn, Cr, Zn, Cu, Ni, Mo, and Na contents in Group 1, Group 2, and LFD ;
Significant higher concentrations of all elements in SFD, except for Cu and Na.

RESULTS – DIGESTATE CHARACTERIZATION



Macro-nutrients

No significant differences of K, Mg, P, Ca, S, and TKN contents in Group 1, Group 2, and LFD; Significant higher concentrations of all components in SFD, except for K.

N and P application limits:

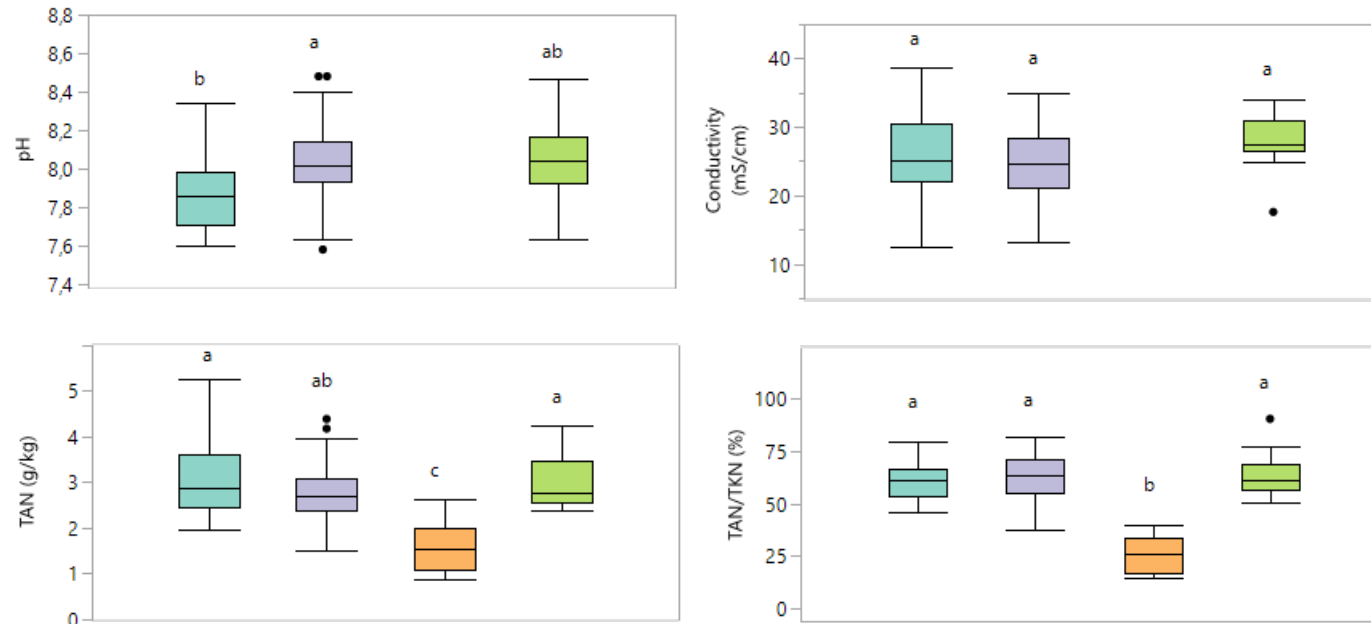
- 170 kg N/ha/year;
- 30 kg P/ha/year.

30% (Group 1), 50% (Group 2), and 92% (SFD) samples application limited by P → **SFD to P deprived soils**



Tukey test ($\alpha = 0.05$)

RESULTS – DIGESTATE CHARACTERIZATION



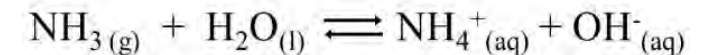
+ Digestate Group 1
+ Digestate Group 2
+ SFD Group 2 ind. sep.
+ LFD Group 2 ind. sep.

Tukey test ($\alpha = 0.05$)

No significant differences in conductivity, TAN and TAN/TKN (Group 1, Group 2, LFD); Lower TAN and TAN/TKN in SFD.

Ammonia

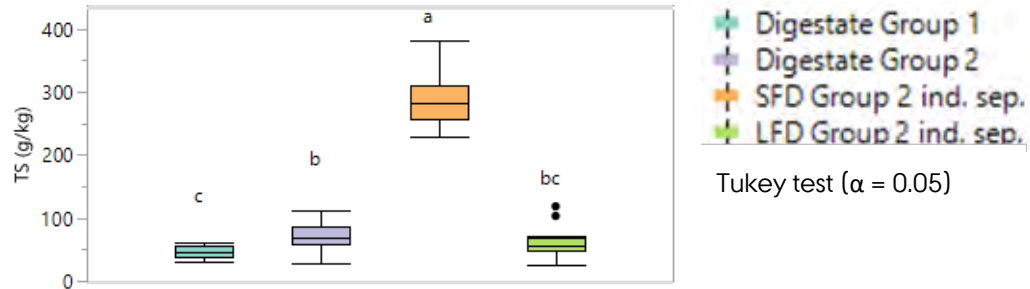
Slightly higher pH in Group 2 compared to Group 1 (8.04 *versus* 7.87) + similar TAN (2.80 *versus* 3.01 g/l) → higher risks of NH_3 volatilization → loss of fertilizer value + environmental impacts (particulate matter, acidification of habitats, eutrophication)



$$\text{FAN} = \text{TAN} \left(\frac{10^{\text{pH}}}{10^{\text{pH}} + e^{\frac{6344}{273+T}}} \right)$$

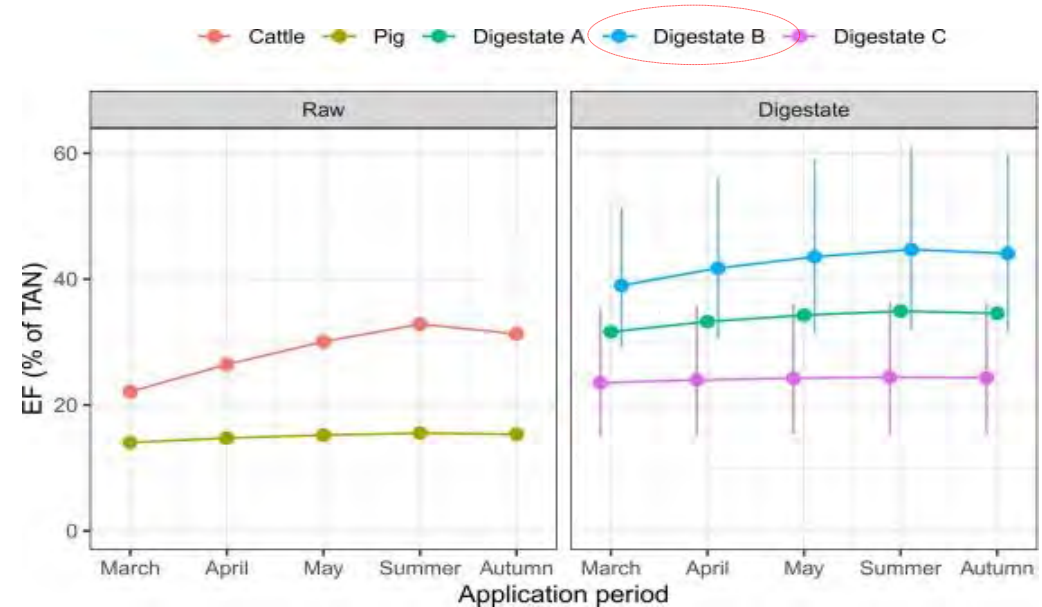
FAN: free ammonia nitrogen

RESULTS – DIGESTATE CHARACTERIZATION



Total solids

TS increase in Group 2 by 52% compared to Group 1 (71 *versus* 47 g/kg) → slower soil infiltration rate → longer digestate exposition to atmosphere → increased risks for NH_3 emissions during field application.



ALFM2 model for trail hose application, EF: emission factor
 Pedersen and Hafner (2023)

NH_3 emissions mitigation technologies:

- Acidification with H_2SO_4 (expensive, over S fertilization);
- Soil injection (expensive, crops damage, not suitable for hard soils);
- Plasma (expensive, N_2O emissions);
- Solid-liquid separation.

UD: 71 g TS/kg;
 SFD: 287 g TS/kg;
 LFD: 61 g TS/kg.

RESULTS – DIGESTATE CHARACTERIZATION

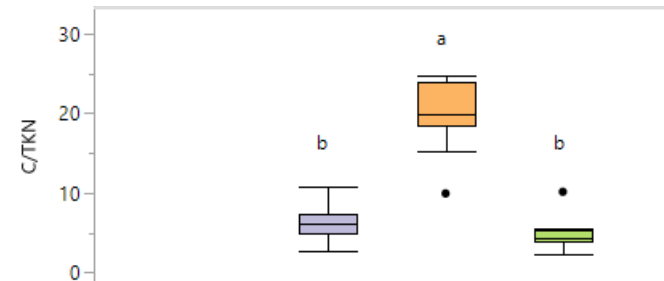
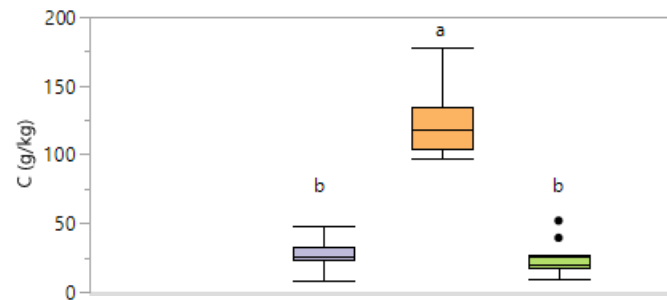
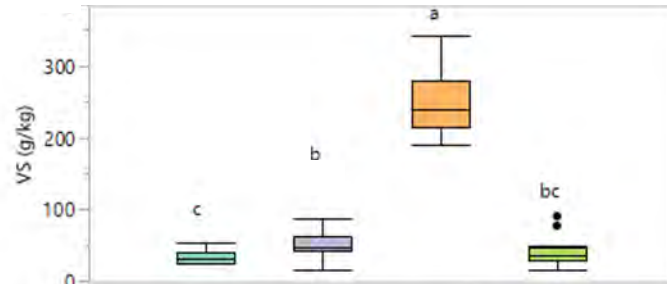
Appropriate management of the solid fraction:

- Storage;
- Soil incorporation;
- Further processing.



Soil amendment properties of the SFD:

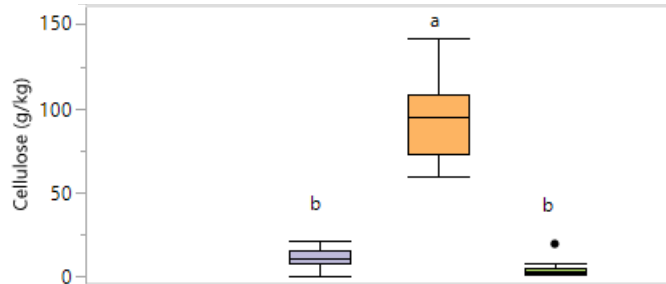
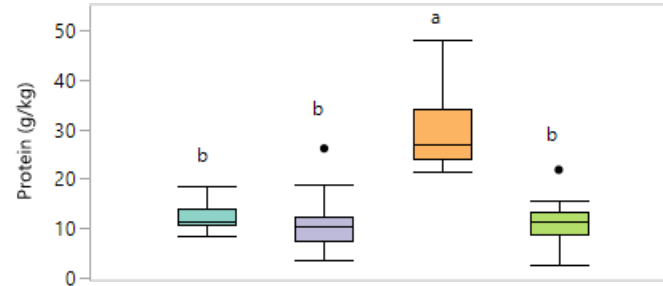
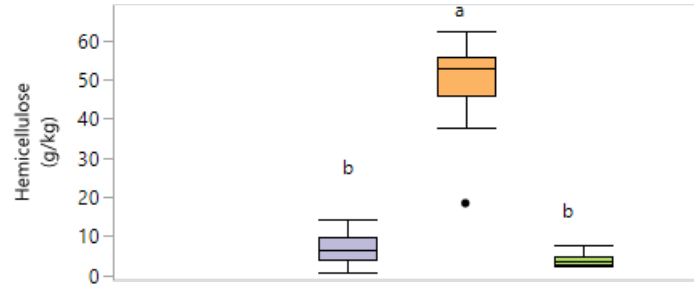
- VS: 87% TS;
- C: 124 g/kg;
- More (but not completely!) stabilized organic matter than substrates;
- C/TKN: 20;
- Composting (optimal C/TKN: 25-35).



Legend:
+ Digestate Group 1
+ Digestate Group 2
+ SFD Group 2 ind. sep.
+ LFD Group 2 ind. sep.

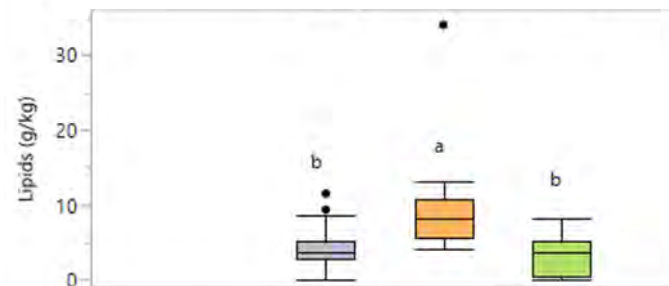
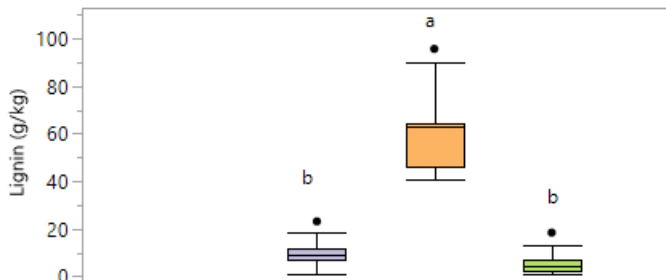
Tukey test ($\alpha = 0.05$)

RESULTS – DIGESTATE CHARACTERIZATION



+ Digestate Group 1
+ Digestate Group 2
+ SFD Group 2 ind. sep.
+ LFD Group 2 ind. sep.

Tukey test ($\alpha = 0.05$)

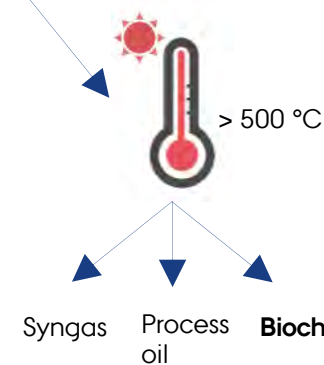


Alternative uses of the SFD:

↓ CH₄ emissions ↑ Energy

- Recirculation to the digester (81 ± 20 ml CH₄/g VS or 25 ± 9 ml CH₄/g);

Still, most CH₄ potential retained in the LFD (2/3)



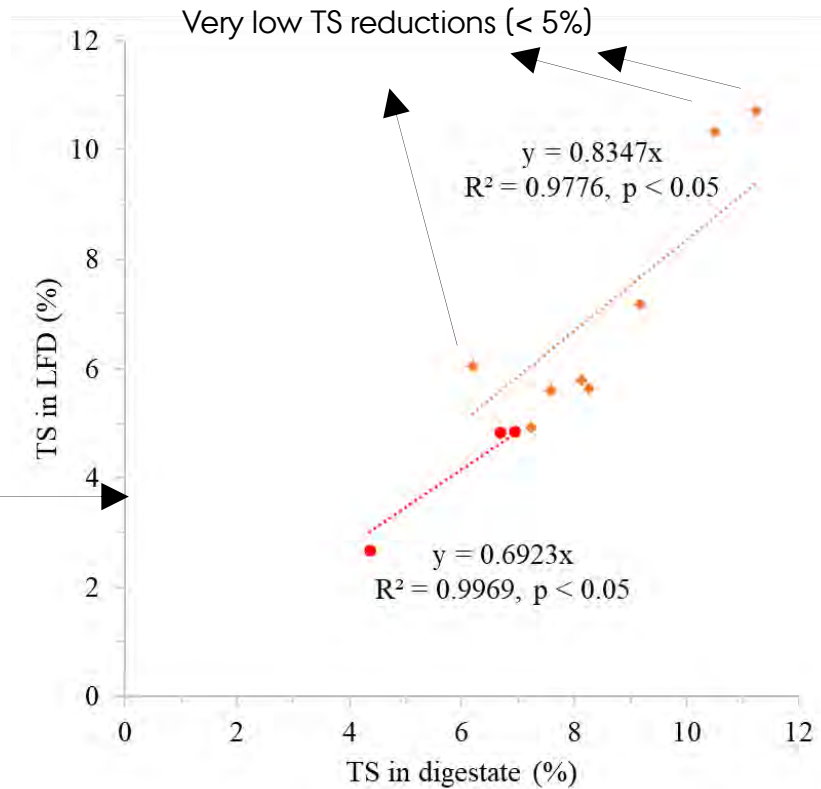
- Combustion (18.3 ± 1.3 MJ/kg TS or 5.3 ± 1.0 MJ/kg))

- Pyrolysis

↑ C sequestration

RESULTS – SEPARATION EFFICIENCY

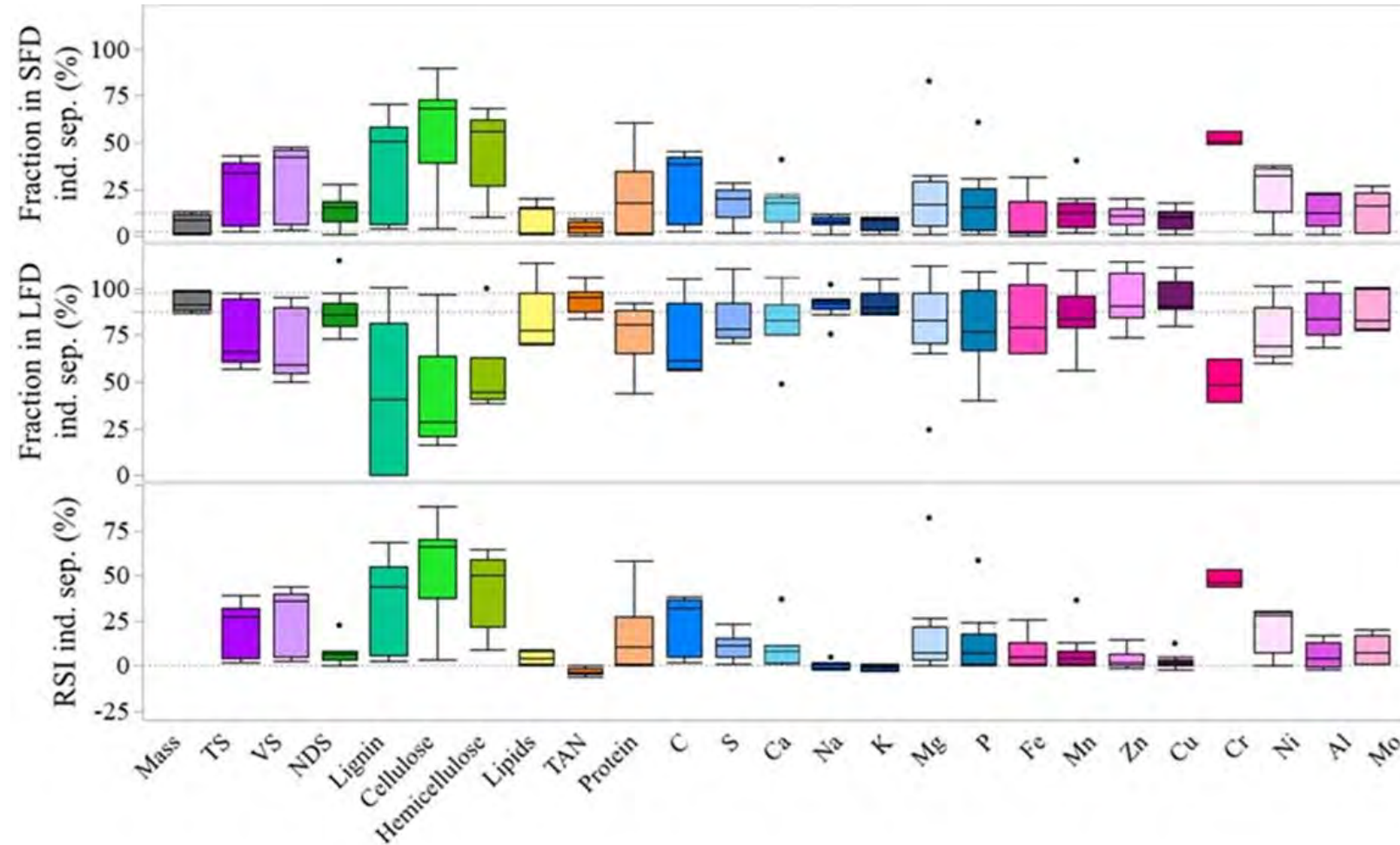
- Legislation (grassland):**
Maximum TS = 3.6%
or
- 11 kg H₂SO₄/t;
 - Soil injection.



Room for optimization of the solid-liquid separation!

- ◆ Screw press 19 % reduction in TS
- Decanter centrifuge 32% reduction in TS

RESULTS – SEPARATION EFFICIENCY



3 samples from screw press with < 2% mass retained as SFD and very low RSI;
6 - 13% mass retained in SFD;

High RSI for cellulose, hemicellulose, lignin, and Cr;
Intermediate RSI for TS, VS, protein, C, and Ni;
Low RSI for remaining elements;
Negative RSI for TAN, K, Na;

Outliers (Ca, Mg, P, Mn, and Cu) correspond to SFD from a decanter centrifuge.

RESULTS – SEPARATION EFFICIENCY

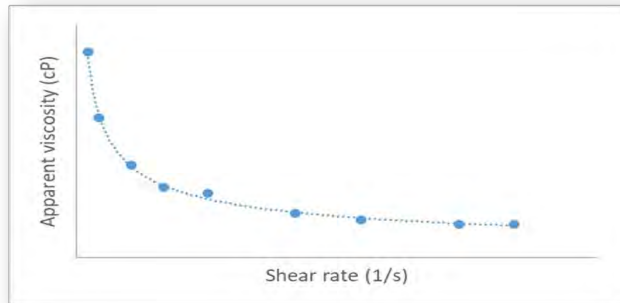
$$\eta = K\dot{\gamma}^{n-1}$$

η = apparent viscosity (in cP)

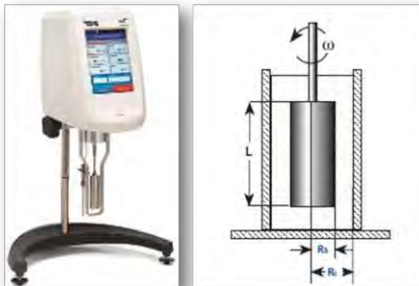
$\dot{\gamma}$ = shear rate (in 1/s)

K = consistency coefficient (in cP sⁿ)

n = flow behavior index (adimensional)

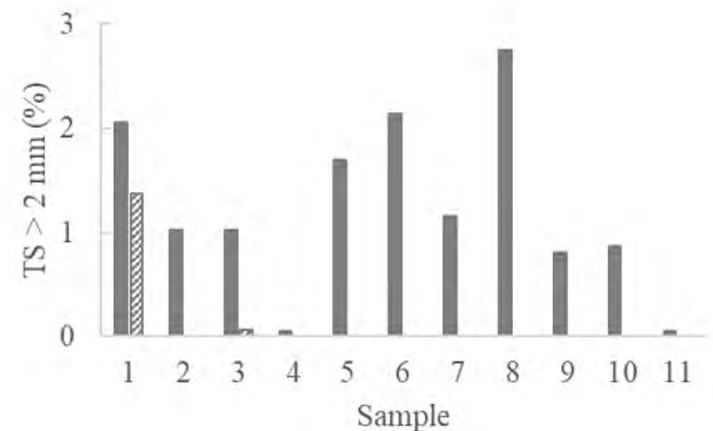
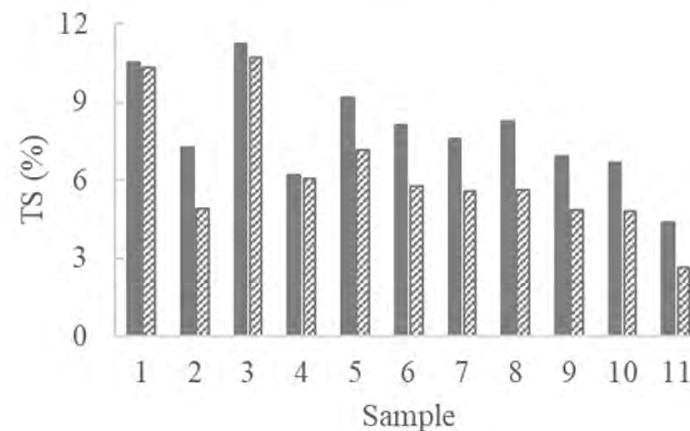
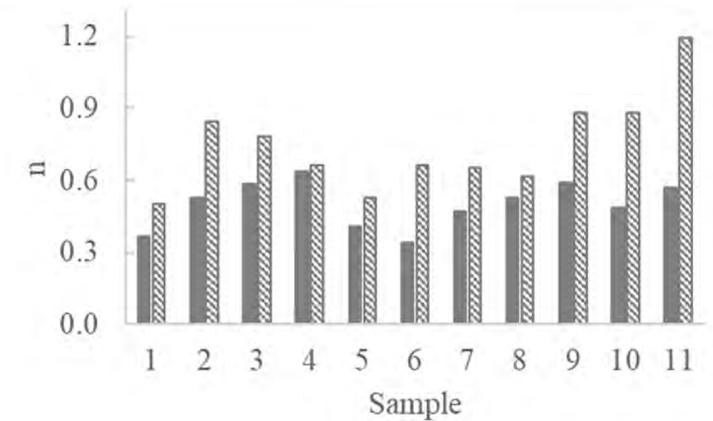
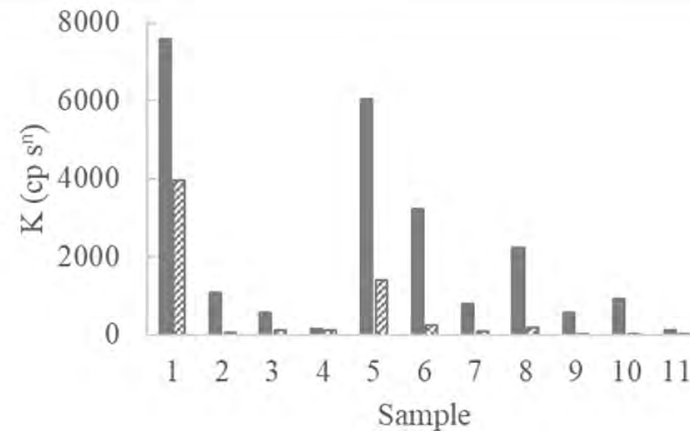


Shear thinning behavior ($n < 1$)



Effects of solid-liquid separation on viscosity:

■ Digestate ■ LFD

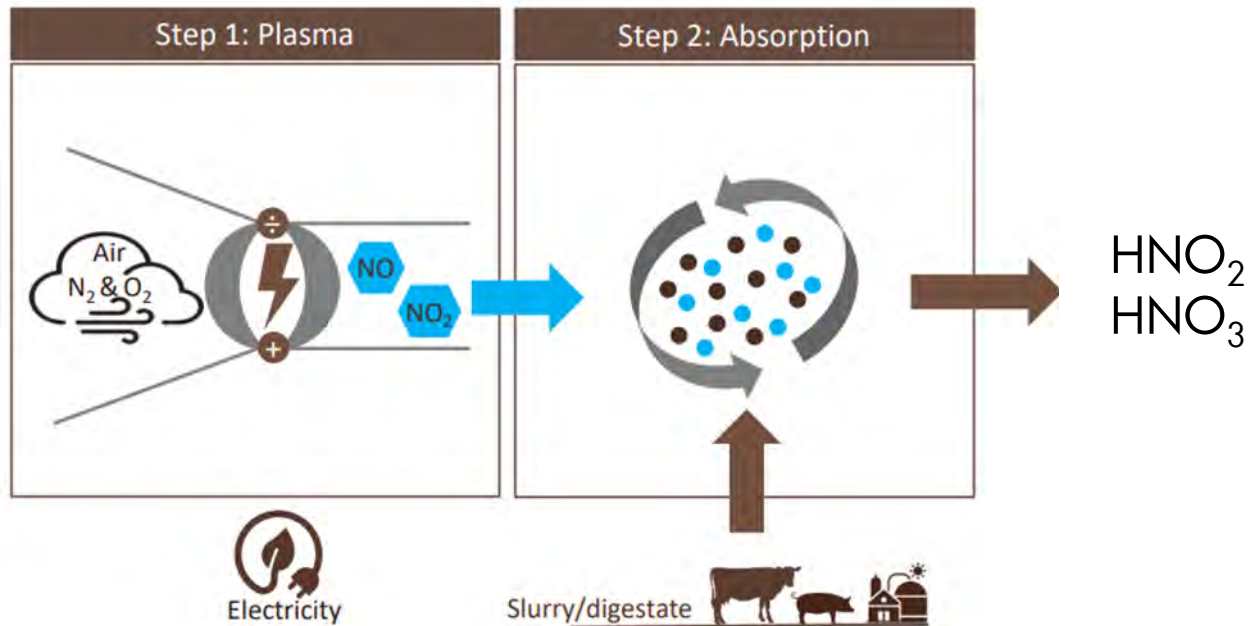


STUDY 2

Nitrogen value and environmental impacts associated with plasma treatment of digestate

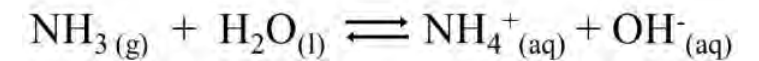
MOTIVATION

Plasma treatment as an alternative to mitigate ammonia and methane emissions during digestate storage/soil application and increase nitrogen use efficiency



↓ pH ↑ Nitrogen content

Methanogenesis inhibition



What about N₂O emissions?

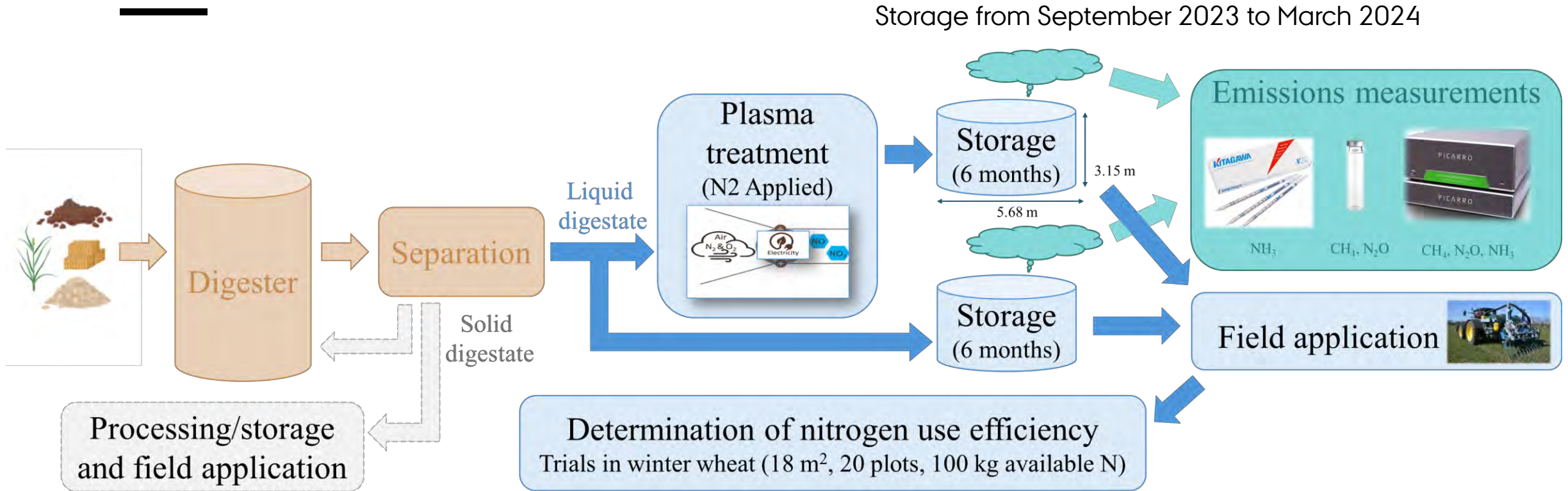
OBJECTIVES

Evaluate the emissions of NH_3 , CH_4 , and N_2O during long term storage of plasma treated liquid digestate;

Evaluate nitrogen use efficiency of plasma treated liquid digestate (SEGES Innovation).



METHODS

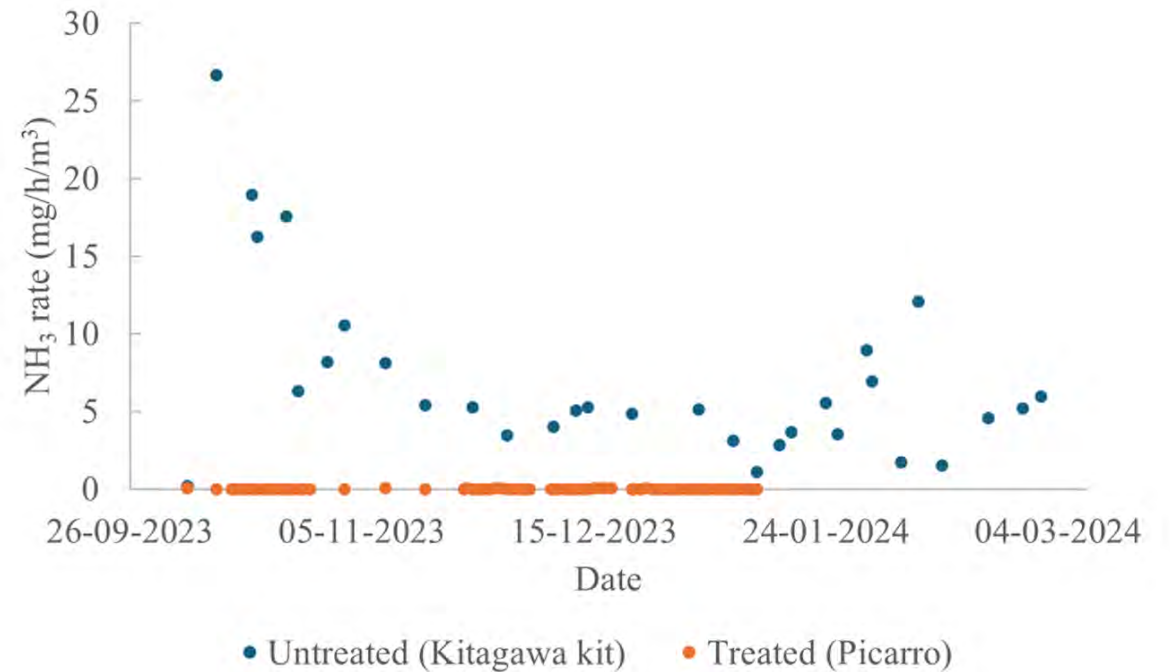
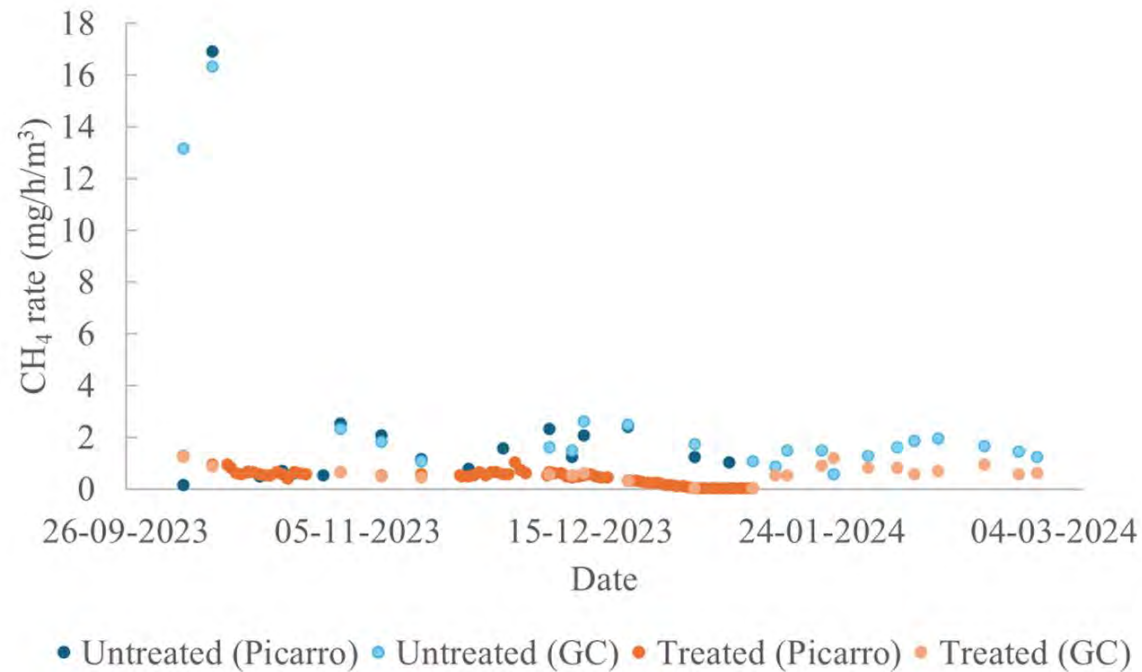


Initial pH in untreated tank: 8.14;
Initial pH in treated tank: 5.40;
Final pH in treated tank: 5.97.

Emissions continuously measured in the treated tank (mixing once a day);
Emissions measured twice a week in the untreated tank (no mixing).

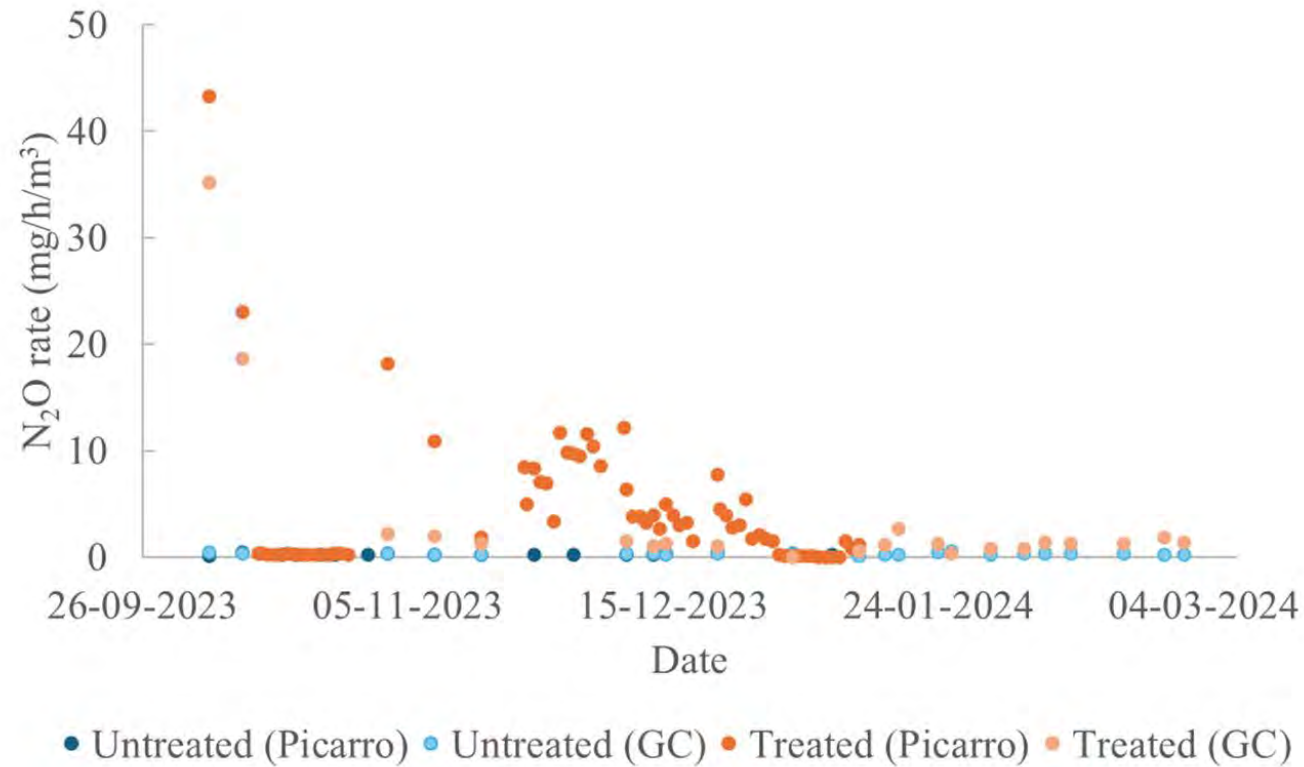
PRELIMINARY RESULTS

Elimination of CH_4 and NH_3 emissions by plasma treatment



PRELIMINARY RESULTS

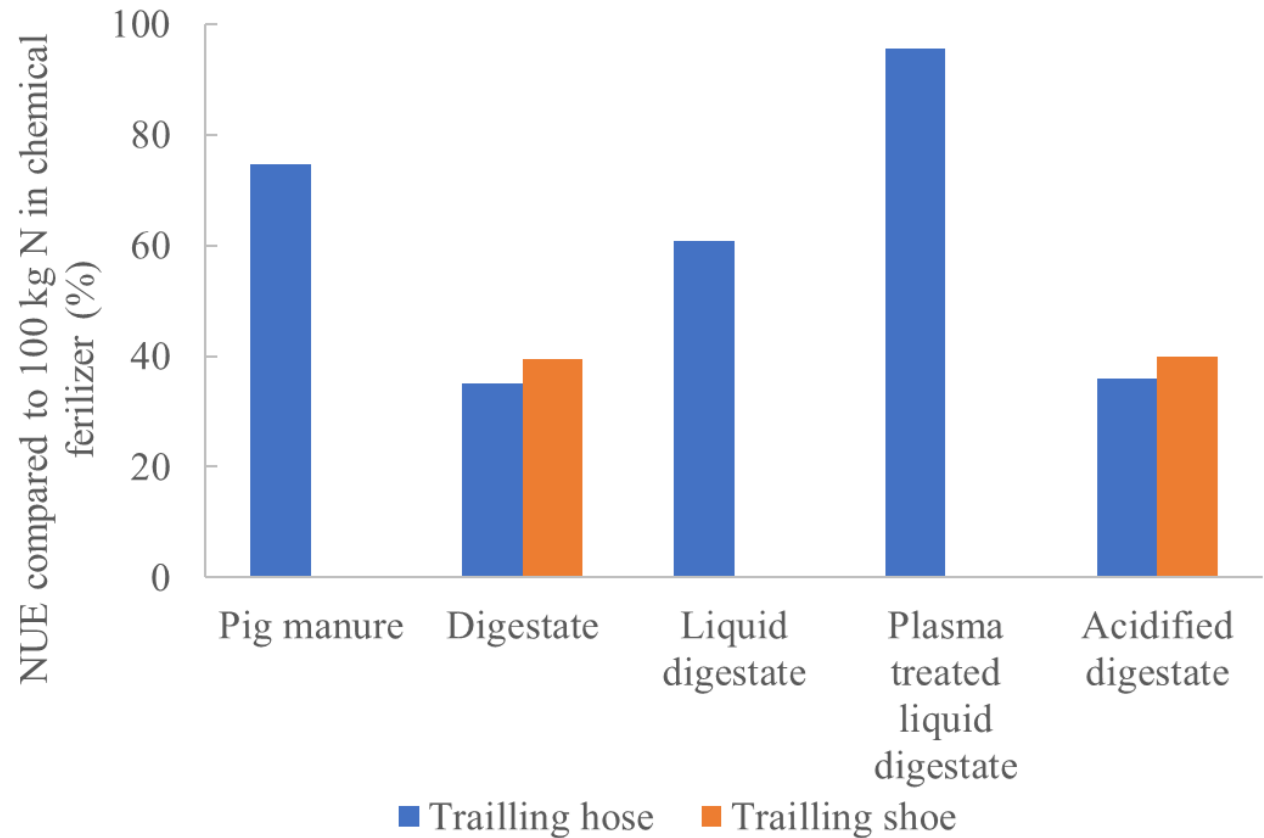
Increase in N_2O emissions by plasma treatment



PRELIMINARY RESULTS

Nitrogen use efficiency

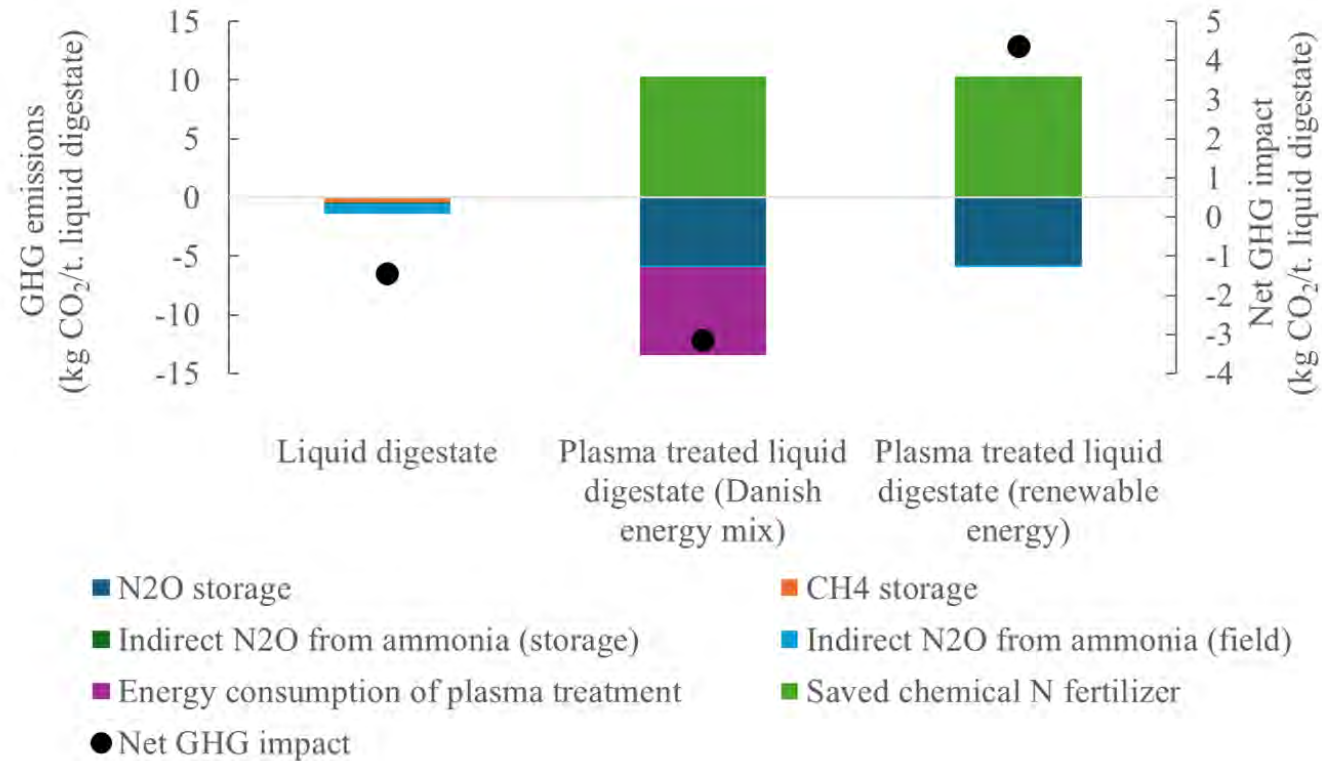
	Untreated	Treated
TN (g/l)	2.88	5.46
N-org (g/l)	0.98	0.98
NH ₄ -N (g/l)	1.90	1.90
NO ₃ -N (g/l)	0.00	1.98
NO ₂ -N (g/l)	0.00	0.60



Martin Nørregaard Hansen (2023), SEGES Innovation

PRELIMINARY RESULTS

Greenhouse gases emissions balance



Plasma treatment: 50 kWh/t

Emissions after soil application should be determined!

CONCLUSIONS

Higher inputs of straw and deep litter → digestate with high TS;

Increasing interest on digestate separation to reduce NH_3 emissions;

Digestate separation needs optimization;

Plasma treatment is efficient at reducing NH_3 and CH_4 emissions and at increasing nitrogen use efficiency, but it increases N_2O emissions during storage and is energy intensive;

The solid fraction of digestate needs proper management (amendment/fertilizer properties, energy generation, avoidance of emissions).



THANK YOU FOR YOUR ATTENTION!



Cristiane Romio

Postdoc, Institut for Bio- og Kemiteknologi - Environmental Engineering - Gustav Wieds Vej 10D

E-mail

ane.romio@bce.au.dk

Gustav Wieds Vej 10D
8000 Aarhus C
Danmark



Henrik Bjarne Møller

Professor, Institut for Bio- og Kemiteknologi - Environmental Engineering - Hangøvej 2

Fastnet

+4587157646

Hangøvej 2
8200 Aarhus N
Danmark

E-mail

henrikb.moller@bce.au.dk



AARHUS
UNIVERSITY
DEPARTMENT OF BIOLOGICAL AND CHEMICAL
ENGINEERING

NOVEMBER 6TH 2024

CRISTIANE ROMIO
POSTDOC





AARHUS
UNIVERSITY

Resultater fra markforsøg med afgasset biomasse

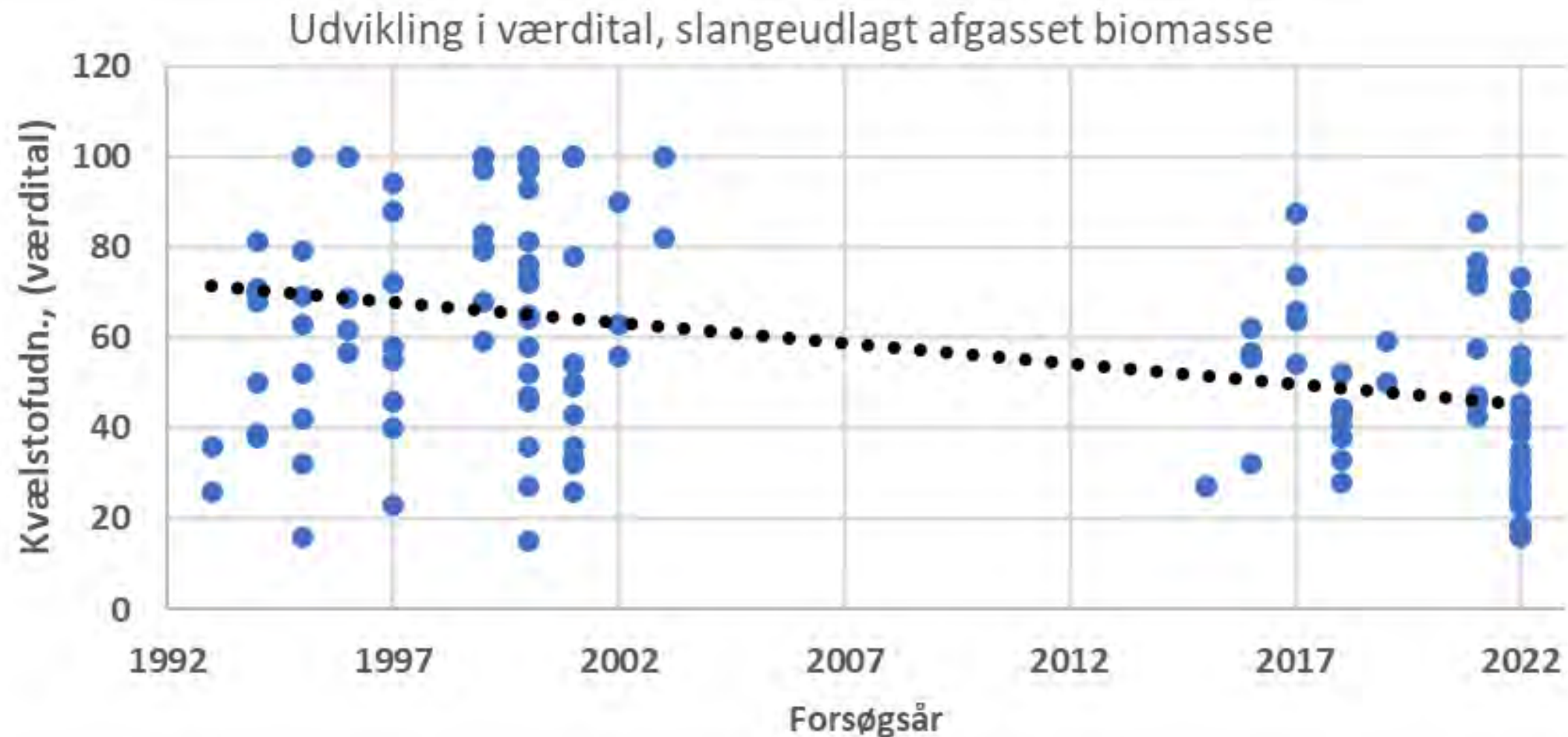
Foreløbige resultater af markforsøg 2024

Martin Nørregaard Hansen
ph.d., Landskonsulent, SEGES Innovation

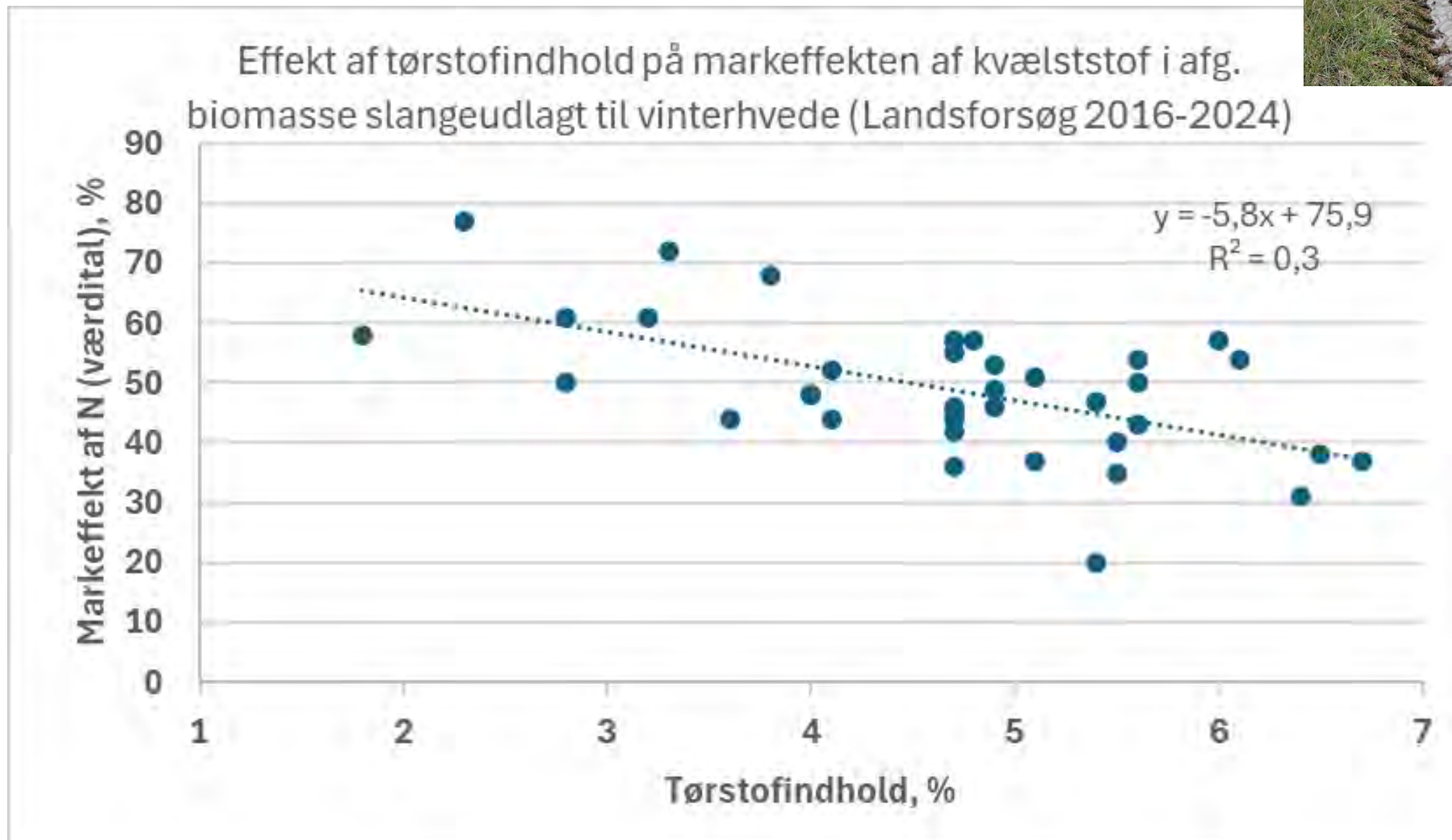
Temadag om anvendelse af afgasset biomasse

06. november, 2024

Gødningseffekten af afgasset biomasse falder 1993-2022. Slangeudlægning af afgasset biomasse i vinterhvede



Årsagen til faldet er bl.a, at tørstofindholdet i afgasset biomasse er højere end tidligere



Markforsøg med afgasset biomasse i vinterhvede

SEGES har i samarbejde med Aarhus Universitet og VELAS gennemført i alt ni forsøg med afgasset biomasse til vinterhvede i perioden 2022-2024

Formål: Bestemmelse af gødningseffekterne af:

- **Forskellige typer** af afgasset biomasse
 - NE Bånlev biogas
 - NE Videbæk biogas
 - AU Foulum biogas
- **Efterbehandling**
 - Separering
 - Neddeling af tørstof ved disruptor/deflektorteknologi
- **Udbringningsteknologi**
 - Slæbesko
 - Forsuring

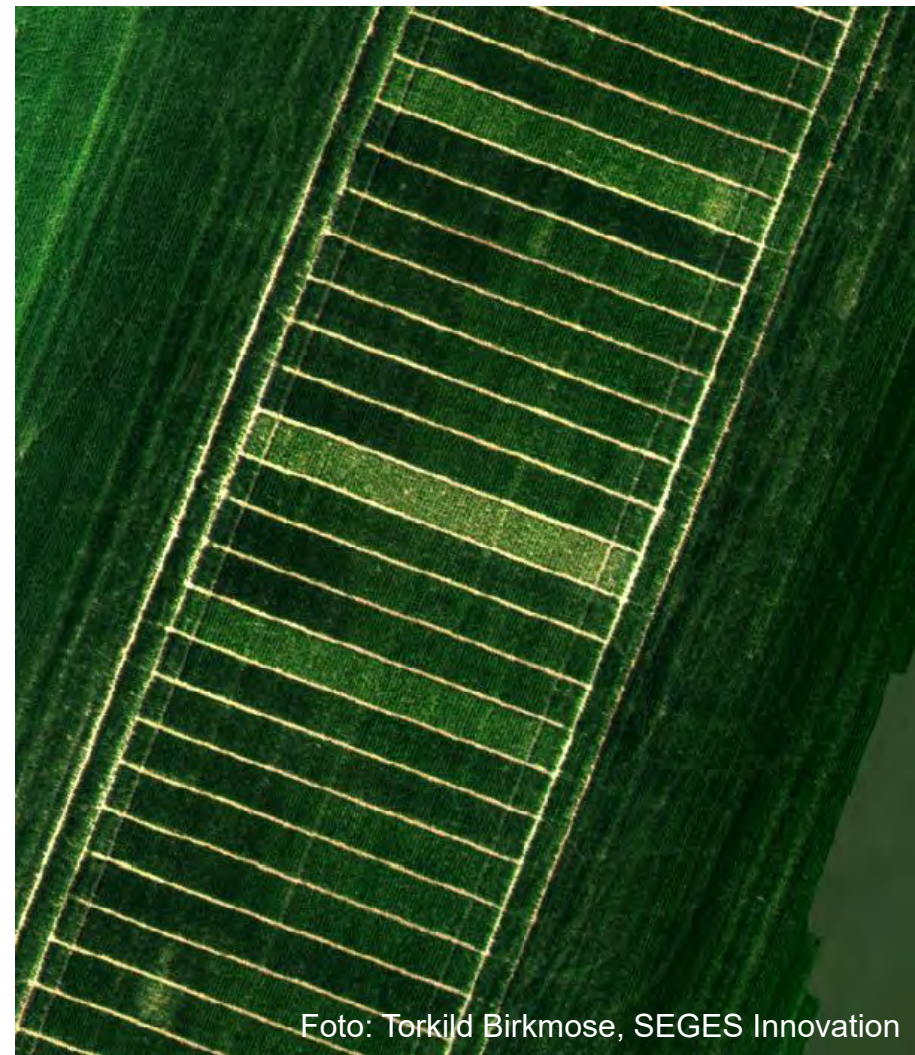


Foto: Torkild Birkmose, SEGES Innovation

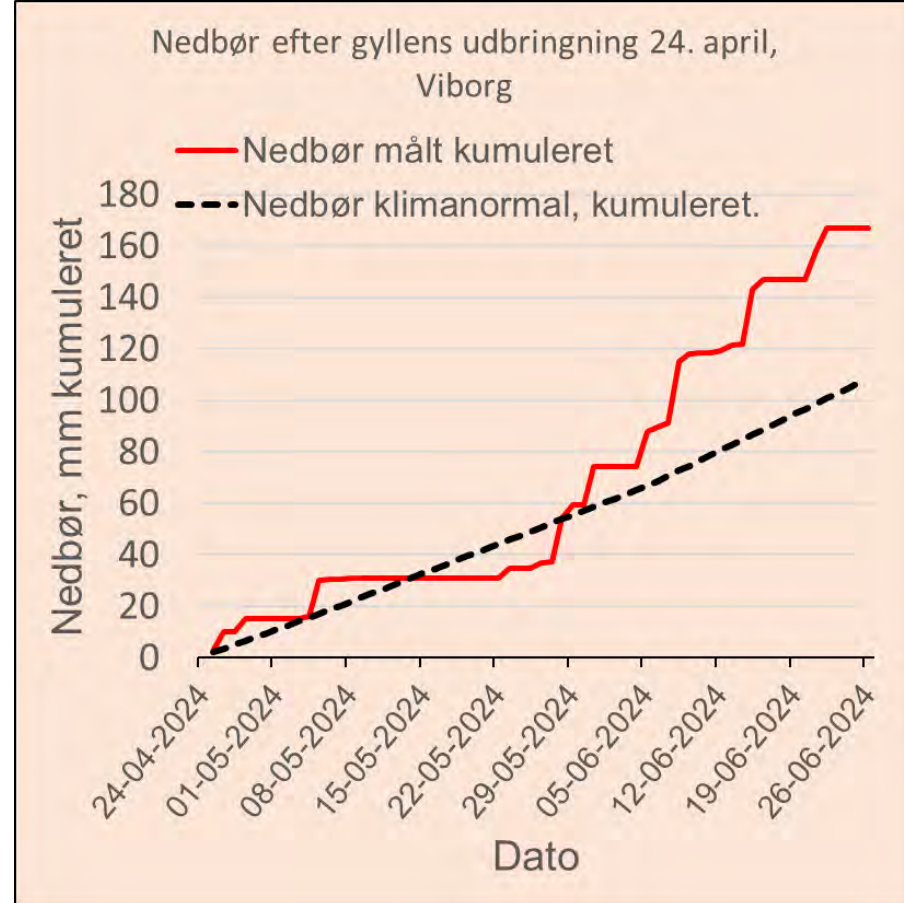
Metode

De forskellige gylletyper blev 3 uger før udbringning i forsøgene lagret ved forskningscenter Foulum.

Alle forsøgsled blev tilstræbt tilført 150 kg N pr. ha, heraf 100 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ i afgasset biomasse

Gyllen blev udbragt i vinterhvede 24. april under kølige og fugtige vejrforhold

Efter udbringningen var vejret køligt og vådt.



Alle biogasanlæg er forskellige med hensyn til biogasprocesser og valg af biomasser. Disse forhold påvirker gødningskvaliteten af den afgassede biomasse.



NE Bånlev biogas

Højt input af svinegylle, dybstrøelse og industrielle restprodukter



NE Videbæk biogas

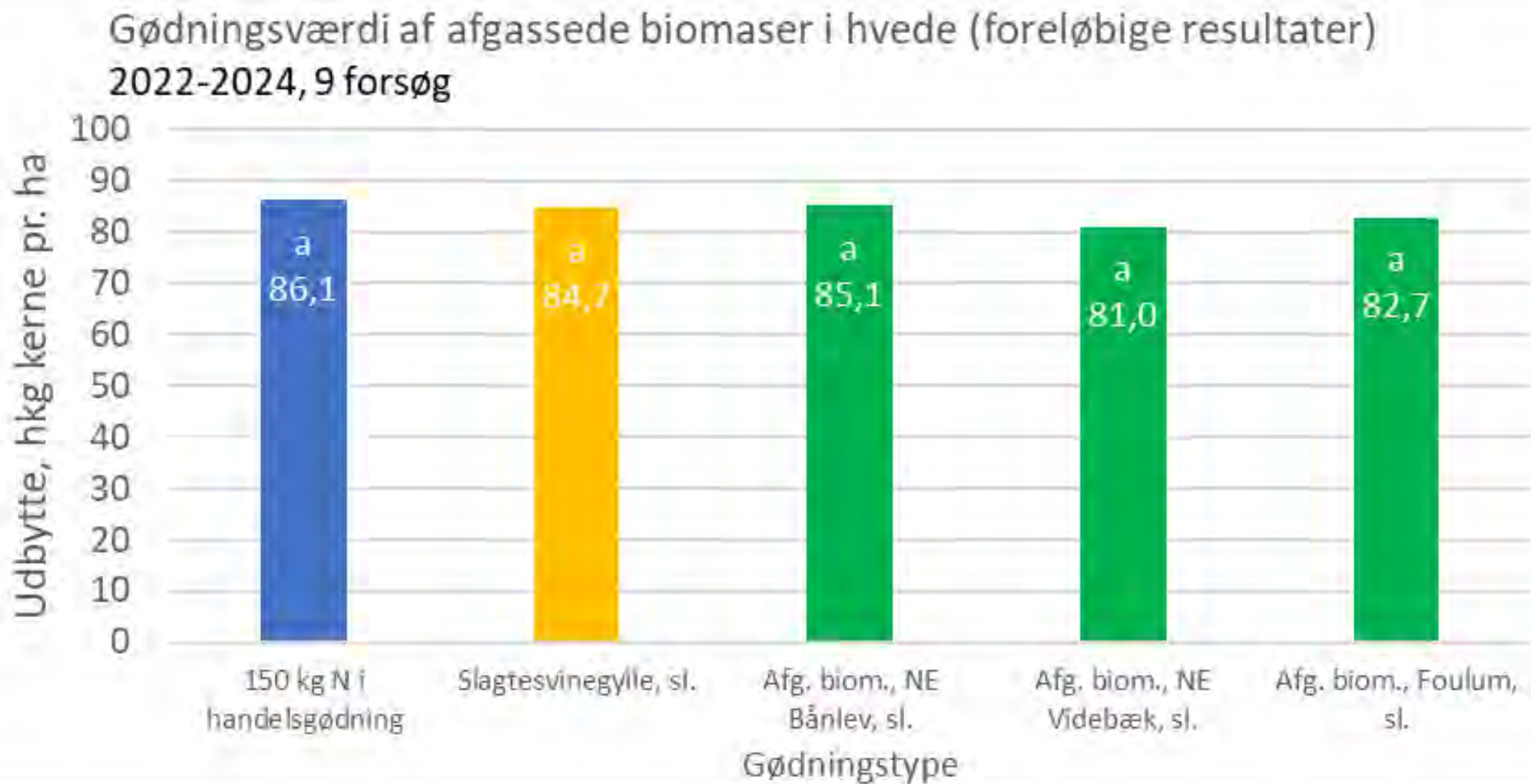
Højt input af kvæggylle, dybstrøelse og halm



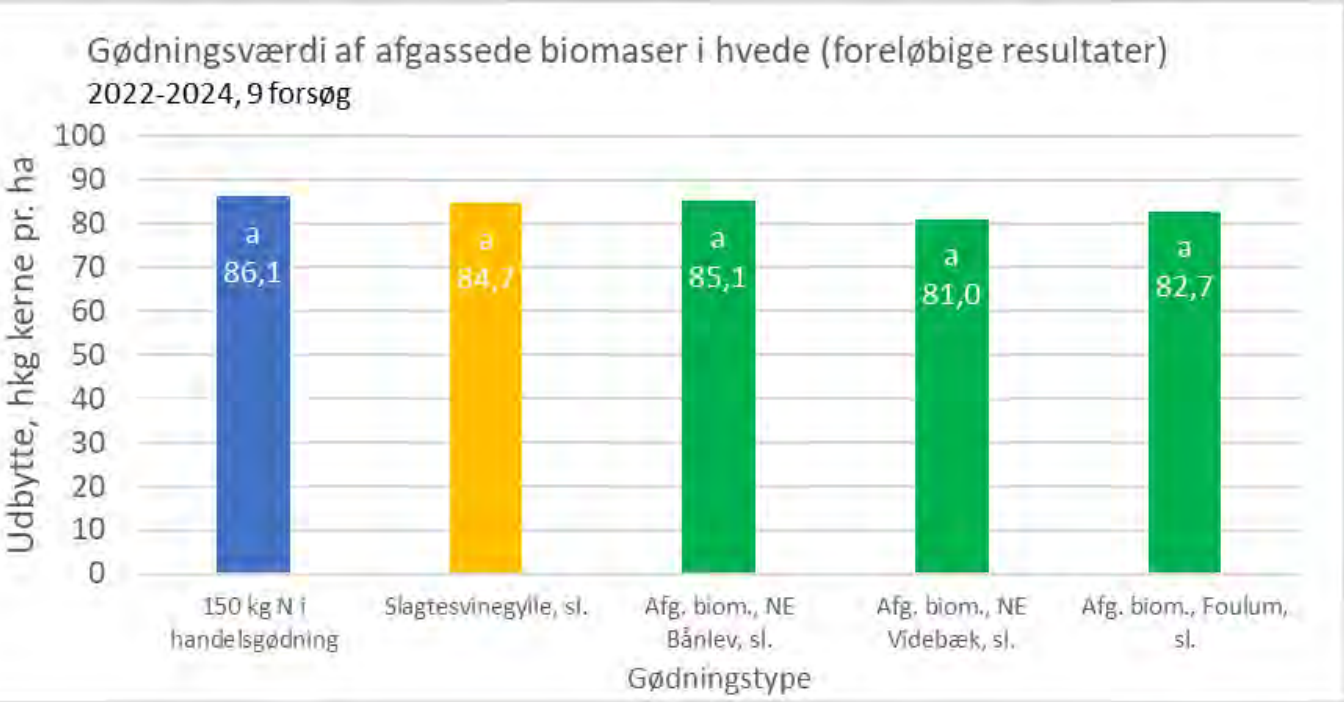
AU Foulum biogas

Højt input af kvæggylle, halm og afgrøde- og foderester. Ingen input af industrielle restprodukter

Omtrent samme gødningseffekt af svinegylle og afgasset biomasse i vintersæd



Gødningseffekt af forskellige typer afgasset biomasse



Biomassetype, 2024	NE Bårlev, pct.	NE Videbæk, pct.	AU Foulum, pct.
Svinegylle	59	24	12
Kvæggylle	11	41	60
Dybstrøelse og fiber	11	13	8,5
Halm	0	3,0	2,5
Afgrøder og foderrester	3,6	10	17
Industrielle restprodukter	15	7,8	0
I alt	100	100	100

Gylldata og værdital, 2022-2024, 9 forsøg		Metode udbringning	Udbragt, ton pr. ha	Tørstof, pct.	NH ₄ -N, kg pr. ton	Total N, kg pr. ton	NH ₄ -N, pct. af total N	pH, målt ved udb.	Viskositet, 2024	Værdital
5.	Slagtesvinegylle	Slæbeslanger	40	2,8	2,5	3,3	76	7,3	32	61
6.	Afg. biom., NE Bårlev	Slæbeslanger	31	5,9	3,2	4,6	69	8,2	225	49
7.	Afg. biom., NE Videbæk	Slæbeslanger	33	6,4	2,7	4,3	63	8,0	128	41
8.	Afg. biom., AU Foulum	Slæbeslanger	56	5,0	1,9	3,1	44	8,0	43	34

Hvis tørstofindholdet er problemet, kan vi så ikke bare fjerne en del af tørstoffet ved separering?

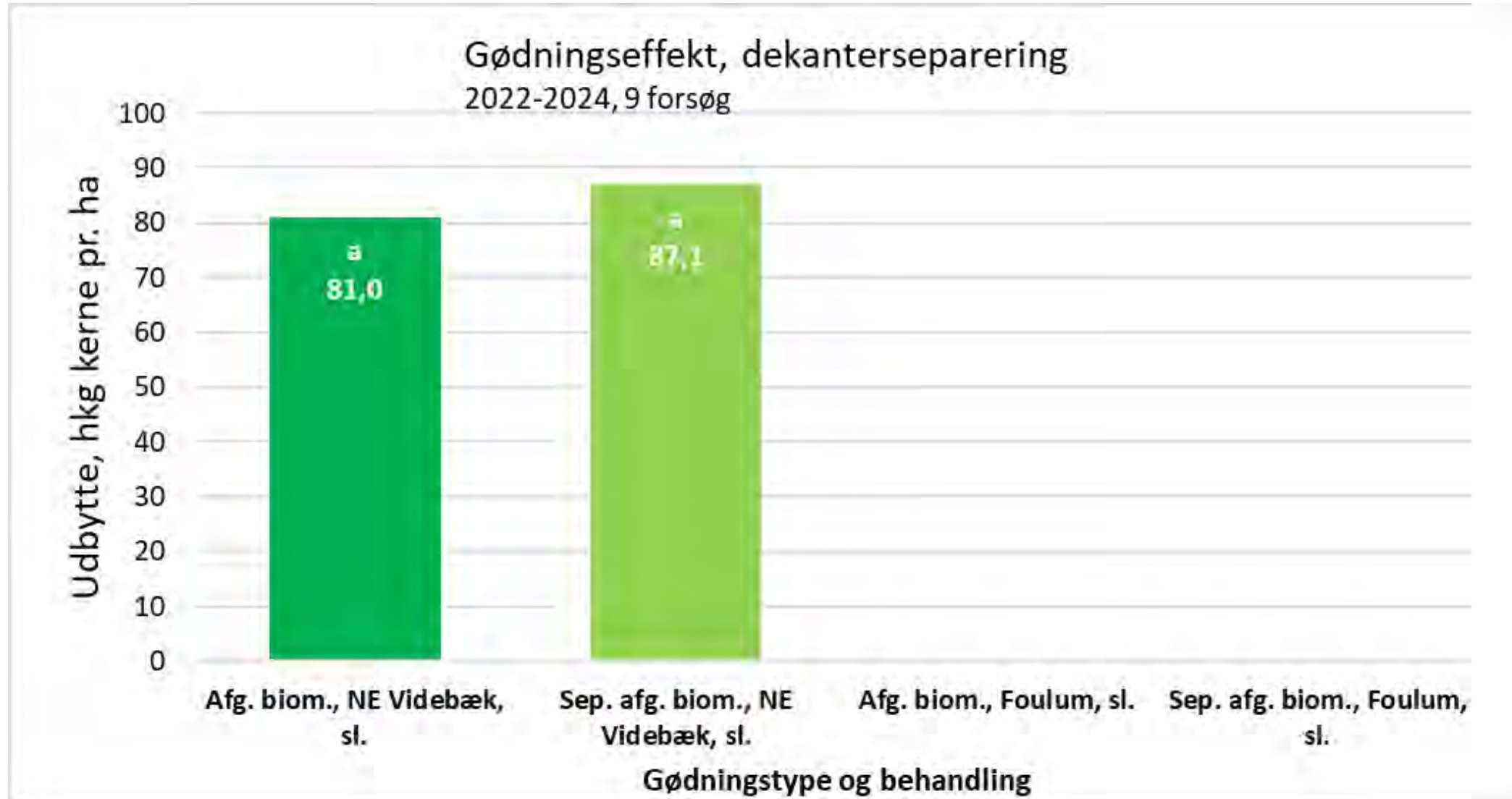


Afgasset biomasse
fra NE Videbæk 14 dage efter udbringning

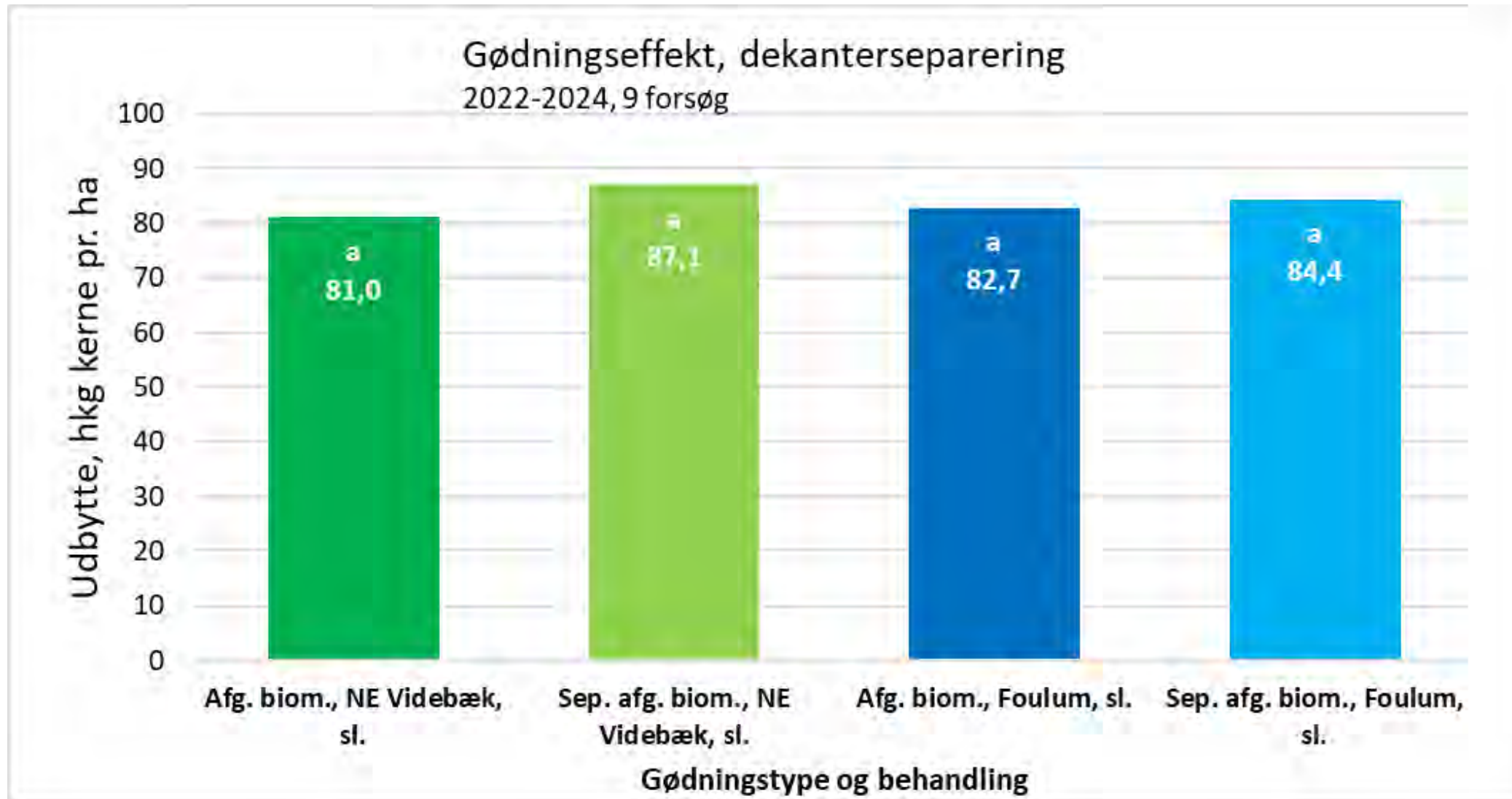


Separeret afgasset biomasse
fra NE Videbæk 14 dage efter udbringning

Gødningseffekter af separering



Gødningseffekter af separering



Gødningseffekter af separering

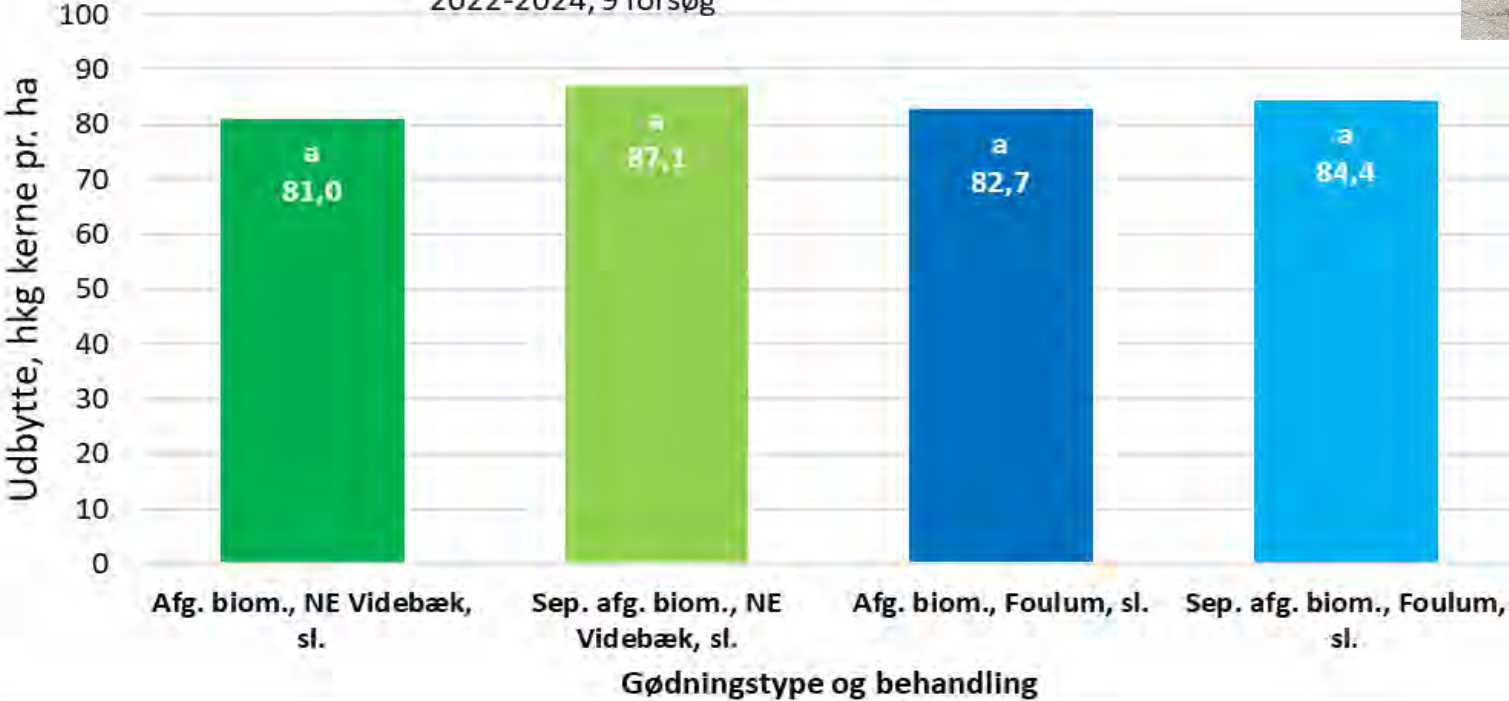


Skruepresser



Dekantercentrifuge

Gødningseffekt, dekanterseparering
2022-2024, 9 forsøg

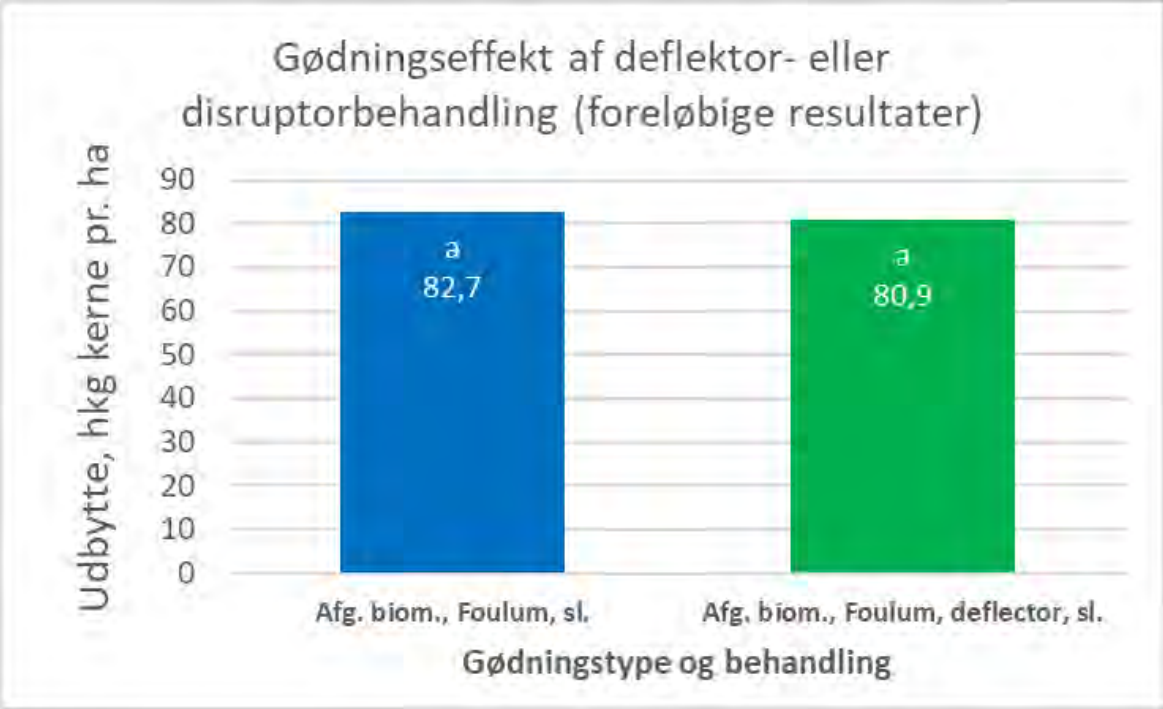


Effekter af separering (ved dekantercentrifugering)

- Tendens til merudbytter på 2-6 hkg og 8-12 kg N i kerne pr. ha
- Forøgelse af biomassens værdital (15-20 procentenheder)

Gylldata og værdital, 2022-2024, 9 forsøg	Metode udbringning	Udbragt, ton pr. ha	Tørstof, pct.	NH ₄ -N, kg pr. ton	Total N, kg pr. ton	NH ₄ -N, pct. af total N	pH, målt ved udb.	Viskositet, 2024	Værdital
7. Afg. biom., NE Videbæk	Slæbeslanger	33	6,4	2,7	4,3	63	8,0	128	41
9. Sep. afg. biom., NE Videbæk	Slæbeslanger	37	4,6	2,7	4,0	66	7,9	15	54
8. Afg. biom., AU Foulum	Slæbeslanger	56	5,0	1,9	3,1	44	8,0	43	34
10. Sep. afg. biom.,AU Foulum	Slæbeslanger	68	2,8	1,6	2,5	66	8,2	5	46

Gødningseffekt af neddeling af partikelstørrelse ved disruptor- eller deflektorbehandling

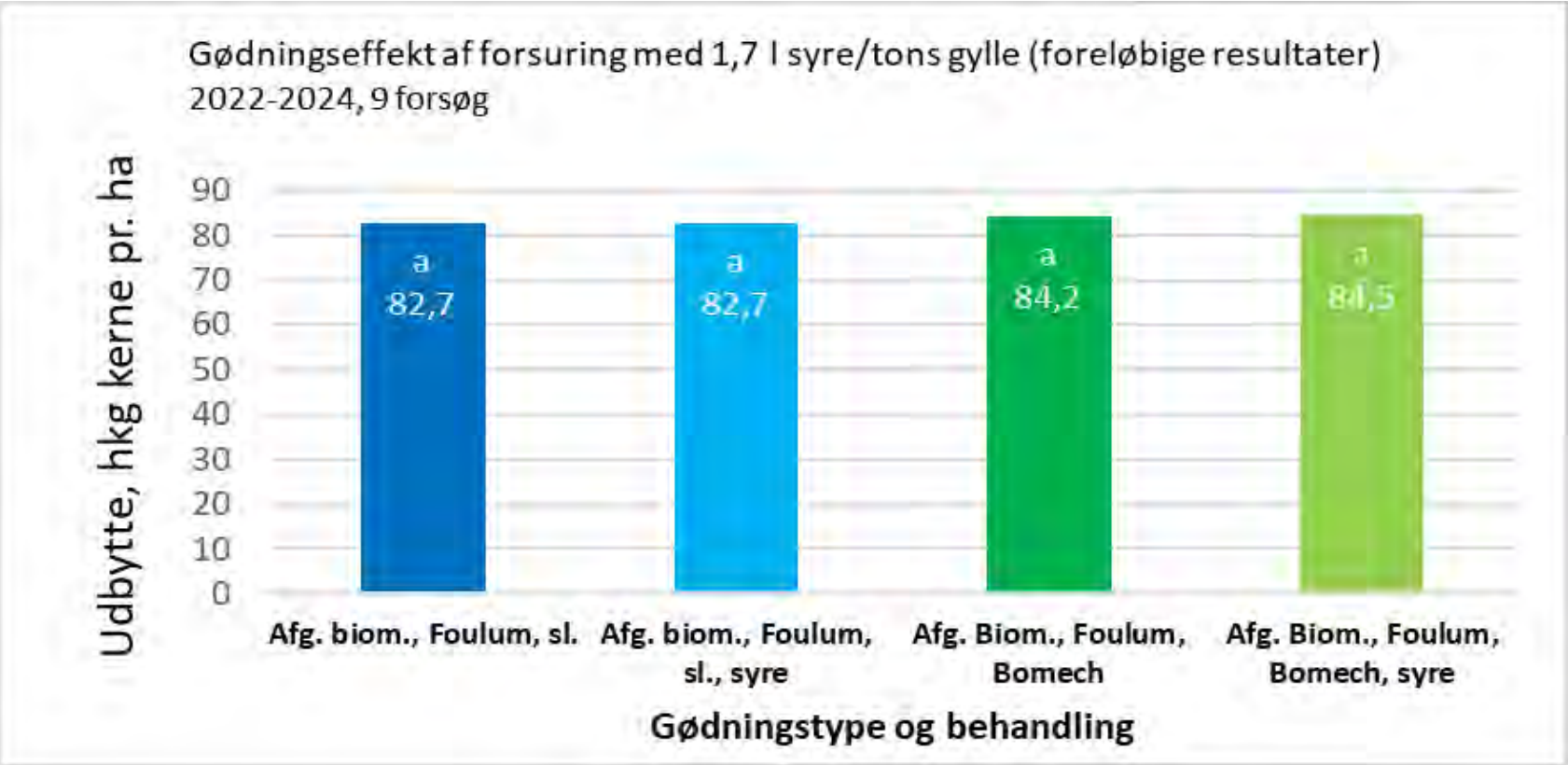


Disruptor. Foto, Mogens Hansen, AU Viborg

Neddeling af tørstof via disruptor- eller deflektortechnologi har ikke effekt på gødningskvaliteten

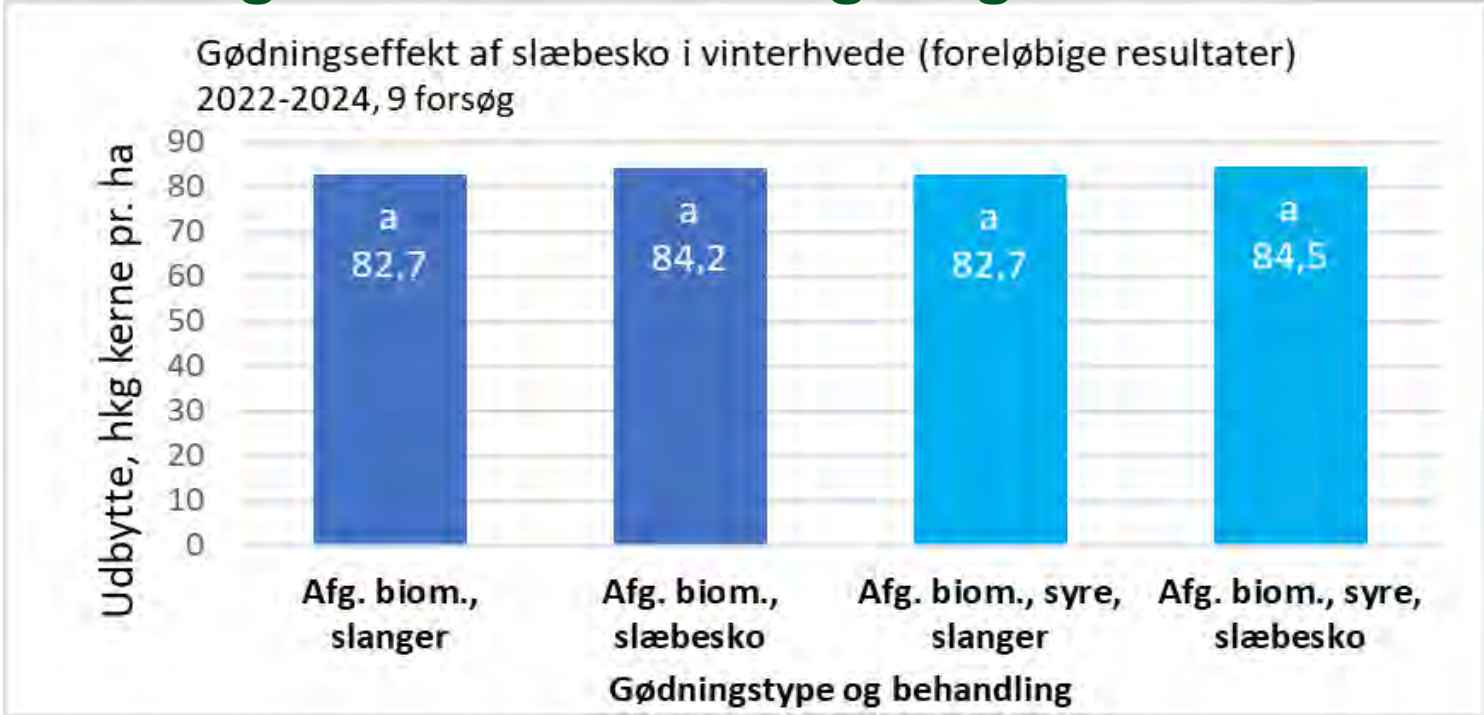
Gylldata og værdital	Metode udbringning	Udbragt, ton pr. ha	Tørstof, pct.	Viskositet, 2024	Værdital
8. Afg. biom., AU Foulum	Slæbeslanger	56	5,0	43	34
15. Afg. biom., AU Foulum, deflektor/disruptor	Slæbeslanger	62	4,5	18	40

Gødningseffekt af forsuring, 1,7 l syre pr. ton gylle



Gylledata og værdital 2022-2024, 9 forsøg	Metode udbringning	Syre, l pr. ton gylle	pH, målt ved udb.	Viskositet, 2024	Værdital
8. Afg. biom., AU Foulum	Slæbeslanger	-	8,0	43	34
12. Afg. biom., AU Foulum, syre	Slæbeslanger	1,7	7,6	39	43
13. Afg. Biom., AU Foulum	Slæbesko	-	8,3	41	44
14. Afg. Biom., AU Foulum, syre	Slæbesko	1,7	7,6	39	47

Gødningseffekt ved udlægning med slæbesko



Bomech slæbesko



Gylle udlagt med
slæbesko i vintersæd

Udbringning med slæbesko giver:

- Tendens til et merudbytte på ca. 1,5 hkg kerne og 3-5 kg kvælstof i kerne pr. ha
- Forøgelse af kvælstofeffekt (værdital) på mellem 5 og 10 enheder.

Gylledata og værdital	Metode udbringning	Tørstof, pct.	Syre, l pr. ton gylle	pH, målt ved udb.	Værdital
8. Afg. biom., AU Foulum	Slæbeslanger	5,0	-	8,0	34
13. Afg. Biom., AU Foulum	Slæbesko	4,8	-	8,3	44
12. Afg. biom., AU Foulum, syre	Slæbeslanger	5,3	1,7	7,6	43
14. Afg. Biom., AU Foulum, syre	Slæbesko	5,3	1,7	7,6	47

Sammenfatning

- Gødningseffekten af afgasset biomasse i vintersæd er generelt lidt lavere end slagtesvinegylle
- Højt input af tørstofrige og tungt omsættelige biomasser som halm og dybstrøelse på biogasanlæg reducerer gødningseffekten af den afgassede biomasse
- Effektiv separering giver et merudbytte på 2-6 hkg kerne og 8-12 kg højere kvælstofoptagelse i kerne.
- Neddeling af partikler ved disruptor- eller deflektorteknologier påvirker ikke gødningseffekten
- Forsuring med 1,7 l syre pr. ton påvirker kun gødningseffekten marginalt
- Udbringning med slæbesko giver tendens til et merudbytte på ca. 1,5 hkg kerne og 3-5 kg kvælstof i kerne.



Tak for indsats og positiv indspil fra Aarhus
Universitet, Nature Energy Videbæk, VELAS og
Teknologisk Institut

Spørgsmål, kommentarer?

Grøn trepart – hvordan kommer det til at påvirke samspeilet mellem biogasanlæg og landbrug?

Torkild Birkmose, SEGES Innovation



SEGES
INNOVATION

Den grønne trepart er en politiske aftale

- Trepartsaftalen fra 24. juni 2024
 - Forhandles netop nu blandt Folketingets partier
 - Dernæst politisk forlig mellem et antal partier
 - Dernæst lovgivning
-
- Aftalen skal både sikre reduktion af kvælstofudvaskning og CO₂-emission, og den skal sikre mere natur.

Væsentlig indhold af trepartsaftalen med hensyn til udtagning af landbrugsareal

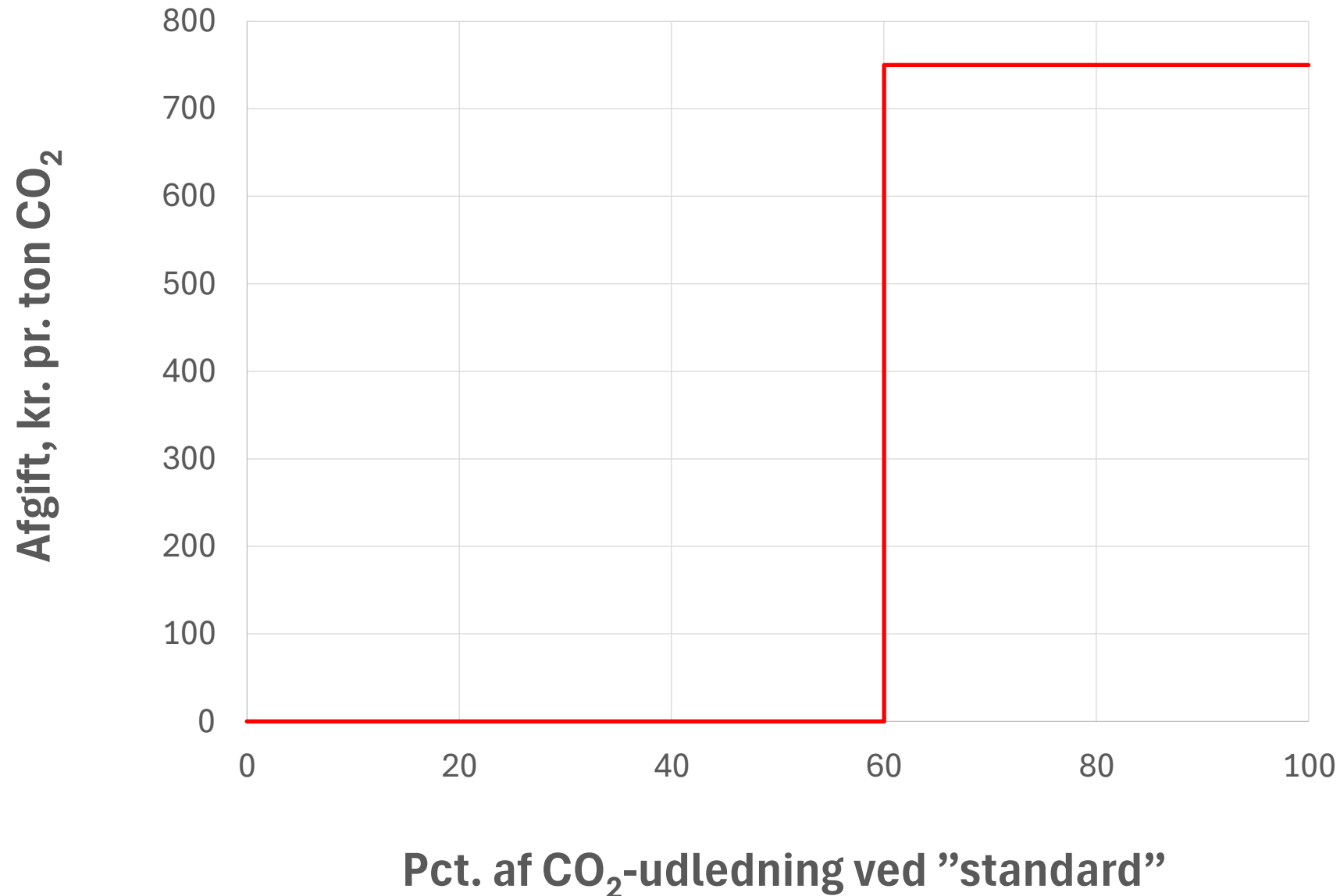
- 250.000 ha ny skov frem mod 2045
- Udtagning af 140.000 ha kulstofrig lavbundsgrunde frem mod 2030
- Støtte til øvrig arealomlægning, vådområder, ekstensivering
- Strategisk jordopkøb med henblik på bl.a. kvælstofreduktion og jordfordeling

Dvs. små 400.000 ha går ud af landbrugsarealet i 2045 – plus den almindelige nedgang. Fald i arealet på ca. 20 pct.

Afgifter, der påvirker gødningsforbrug

- Afgift på CO₂ fra husdyr på 300 kr. i 2030 – 750 kr. pr. ton i 2035
- Bundfradrag på 60 pct.
- Bundfradrag regnes ud fra den gns. udledning pr. dyr.
- Tilbageførsel af provenuet til støtte af omlægninger
- 10 milliarder til teknologisk omstilling – særlig til lagring af biokul
- Tilskud til reduceret gødningsanvendelse på 750 kr. pr. ton CO₂ fra 2028 ved omlægning af den direkte landbrugsstøtte
- Kalkning – afgift på 750 kr. pr. ton, der indføres gradvist fra 2028 til 2030

CO₂-afgift med bundfradrag (2035)



Hvad betaler man afgift af?

- Udledninger fra husdyrs fordøjelse
- Udledninger fra gødningshåndtering
- Afgiften er i 2022-priser og indekseres ud fra nettoprisindekset
- Provenu tilbageføres til landbruget. F.eks.
 - Teknologi
 - Klimavenlige stalde og lagre

Klimateknologier og –tiltag, der allerede kan tages i brug

- Reduceret gødningsudbringning
- Dyrkning af afgrøder med lavere gødningsbehov
- Aktivitetsskiftet mellem fx kvæg til grise/planteproduktion
- Staldtype
- Produktionsoptimeret fodring
- Fedtfodring til kvæg
- Græsningsdage
- Afsætning til bioforgasning

”Boblere”, som kræver mere udvikling og dokumentation

- Biofilter
- Flydelag med teltoverdækning
- Nitrifikationshæmmere
- Behovs- og præcisionsbestemt gødskning
- Biokul på landbrugsjord
- Gyllekøling
- Fakkelaflæsning
- Stof X2
- Lavdosislagerforsuring
- Biologiske nitrifikationshæmmere

Hvad bliver besparelsen ved at være med i biogas?

Forslag fra Svarerrapporten fra februar 2024

Tabel 7.13. Tabel med udvalgte variationer på udledninger fra staldtyper for kvæg og grise			
Type	Undertype	Emissionsfaktor, ton CO ₂ e pr. dyr ¹	Datakilde for type/undertype
Malkekøer, tung race	Dybstrøelse (hele arealet)	4,62	Gødningsregnskab
	Dybstrøelse, fast gulv, skraberanlæg	2,23	Gødningsregnskab
	Dybstrøelse, spalter, bagskyl/ringkalanlæg	2,23	Gødningsregnskab
	Dybstrøelse, spalter, skraberanlæg	2,23	Gødningsregnskab
	Bindestald m. riste	1,67	Gødningsregnskab
	Sengebåse, fast gulv, skraberanlæg	1,56	Gødningsregnskab
	Sengebåse, spalter, bagskyl/ringkalanlæg	1,56	Gødningsregnskab
	Sengebåse, spalter, skraberanlæg	1,56	Gødningsregnskab
	Sengebåse, fast gulv, 2 pct. hæld, skrab	1,56	Gødningsregnskab
	Bioforgasset gylle system	1,08	Gødningsregnskab
	Bindestald m. grebning	0,39	Gødningsregnskab
	Dybstrøelse	0,09	Gødningsregnskab
Slagtesvin, 31-115 kg	Delvist spaltegulv (50-75 pct. fast gulv)	0,04	Gødningsregnskab
	Delvist spaltegulv (25-49 pct. fast gulv)	0,04	Gødningsregnskab
	Drænet gulv + spalter (33/67)	0,04	Gødningsregnskab
	Opdelt lejeareal	0,03	Gødningsregnskab
	Bioforgasset gylle system	0,03	Gødningsregnskab
	Fast gulv	0,01	Gødningsregnskab

÷31 pct.

÷25 pct.

Tilskud til reduceret gødningsanvendelse

- Et tilskud på 750 kr. pr. ton CO₂ svarer til 3,12 kr. pr. kg N
- 3,12 kr. pr. kg N vil reducere N-behovet med ca. 10 kg N pr. ha svarende til 6-7 pct.
- 10 enheder øget N-udnyttelse i gylle vil svare til ca. 0,5 kg N og et tilskud på 1,56 kr. pr. ton gylle, hvis man reducerer anvendelsen af handelsgødning (udover at man sparer indkøb af handelsgødning)

Tilskud til lagring af biokul

- Tilskud gives pr. ton lagret CO₂
- Indføres fra 2027 (0,2 mia. kr. stigende til 0,6 mia. kr. i 2030 og frem)
- I alt 10 mia. kr. frem mod 2045

- Hvem får støtten udbetalt?
 - Pyrolyseanlægget?
 - Brugeren af biokullene?
 - Leverandøren af biomassen til pyrolyseanlægget?

Hvordan kan udmøntningen af Grøn trepart komme til at påvirke samarbejdet mellem biogasanlæg og landbruget?

- Landmanden motiveres til at være med i et biogasanlæg
- Landmanden motiveres til hurtig udslusning
- Biogasanlægget motiveres til separering med "høst" af stor mængde tørstof i fiberen
- Biogasanlæg motiveres til at samarbejde med pyrolyseanlæg
- Landmanden vil være ekstra motiverede til at efterspørge afgasset biomasse med høj N-udnyttelse
- Landmænd vil (måske) være mindre motiverede for at holde husdyr, så bliver der kamp om husdyrgødningen?
- Der bliver 20 pct. mindre udbringningsareal, så konkurrencen øges
- Kan græs til bioraffinering eller biogas blive et alternativ til udtagning?

SAMSON Slæbeskobomme – Erfaring fra virkeligheden



Hvordan

kan SAMSON være med til at løse denne udfordring?

- Ved at holde "*øjnene på bolden*" – vi arbejder målrettet mod at reducere udledningen i forbindelse med udbringning af naturgødning
- Ofte i samarbejde med universiteter og landbrugsorganisationer
 - **MAG** – forventes at reducere ammoniak med 20 % svarende til 992 ton **CO₂e** alene i Danmark
 - **GuelleBest** – reduktion af ammoniak og udledning af drivhusgasser samt forbedring af effektiviteten af kvælstofanvendelsen ved innovative teknikker for gylle- og fermentatudbringning til dyrkning af afgrøder
 - **EPSOLYS** – potentiale til NIR-spektrometer i miniatureudgave til analyse på stedet af fast dyregødningens kemiske egenskaber med henblik på at minimere nitratudvaskning
 - Og mange andre...
- I alle projekter samler vi erfaring og viden, der kan bruges til at udvikle klimaeffektive løsninger til anvendelse af naturgødning



Valg af det rette redskab

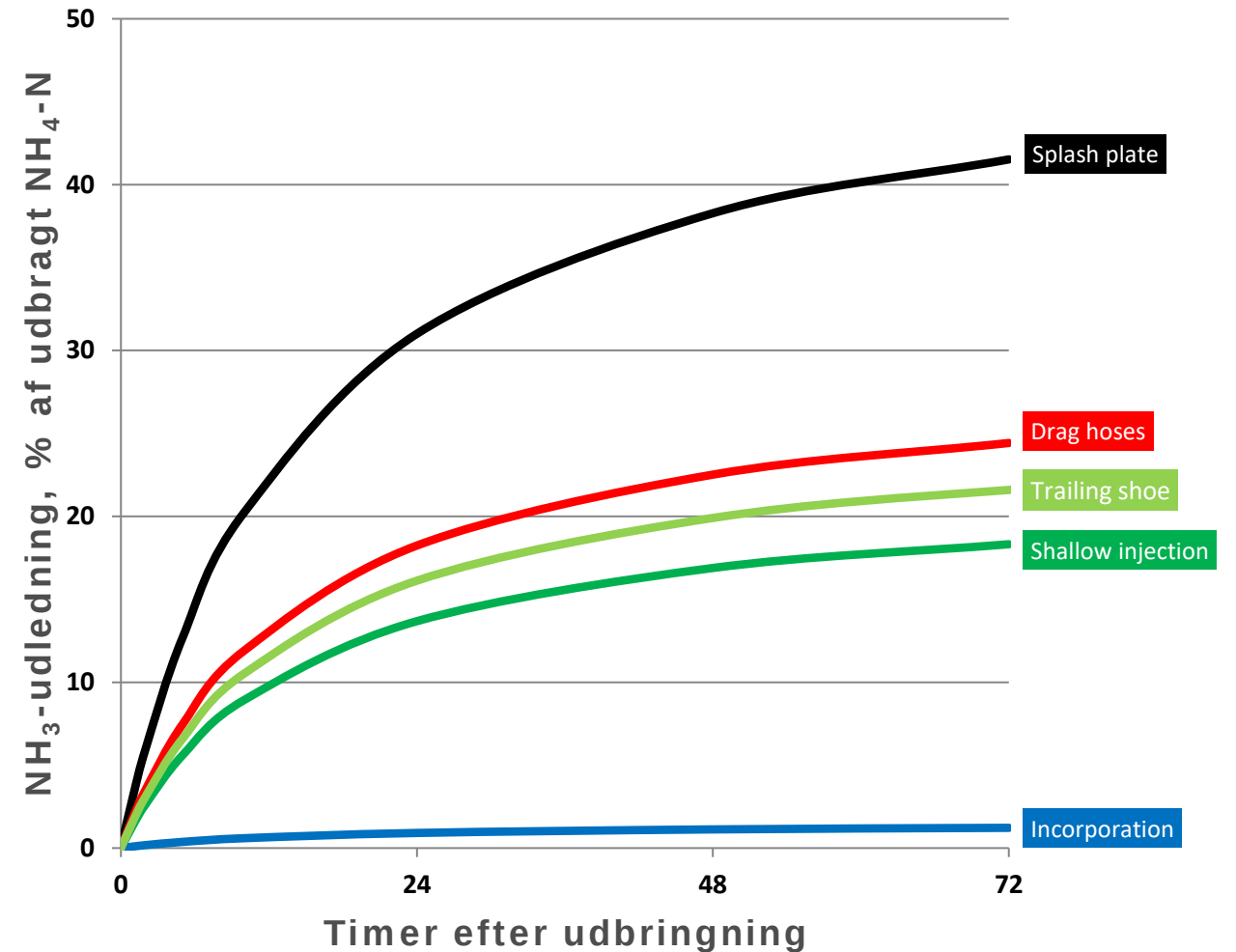
- Eksempel på det gennemsnitlige ammoniaktab som % af udbragt ammoniumnitrogen ($\text{NH}_4\text{-N}$)
- Spredning med spredeplade vurderes at have et fordampningstab, der er 1,7 gange højere end udbringning med slæbeslangebom
- Græsnedfældning vurderes at have et fordampningstab, der svarer til ca. 75 % af tabet fra gylle, som udbringes med slæbeslangebom
- Sortjordsnedfældning vurderes at have et fordampningstab, der svarer til ca. 5 % af tabet fra gylle, som udbringes med slæbeslangebom

Øjeblikkelig sortjordsnedfældning

Op til **90 % af ammoniaktabet kan undgås**, hvis gødningen sortjordsnedfældes inden for få minutter.

Reduktionen i udledningen for kultivering inden for fire timer vurderes til op til blot 65 %

Kilde:
Hansen *et al*, 2008
clean-air-farming.eu



Produktserie

Slæbeskobom modeller



TSB1

Vi har udviklet modellerne i TSB1 serien til landmænd, der ønsker hurtigere udbringning med høj præcision på store arealer. Takket være det slanke design er TSB1 slæbesko meget manøvredygtige. De er perfekte til udbringning af organisk gødning i kuperet terræn.



TSB2

TSB2 serien er udviklet til maskinstationer og store bedrifter. Den er alsidig nok til at kunne udføre selv det mest krævende landbrugsarbejde. Det pålidelige og fleksible design vil maksimere din produktivitet. Arbejdsbredderne sikrer fremragende fordeling og ensartet lateral udbringning af gødning under forskellige forhold og i alle jordtyper.

Animation af SAMSON fordeler teknik



Reduceret skæreplade

20% hul-reduktion

- Bedre tværfordeling af tung gylle og lave doseringsmængder – til 15 m³/ha eller mindre
- Mindre tilstopning i slangerne



Ekstraudstyr på SAMSON TSB

SAMSON slæbesko

Specialudviklet slæbeskosystem

- Ensartet jordtryk i hele den midterste sliddels levetid
- Danner en grov overfladerille, så gyllen hurtigt trænger ned
- Rillen gennembryder jordskorpen i voksende afgrøder
 - Forbedret udnyttelse af tilgængelige næringsstoffer
- Reduceret fordampning ved udbringning
- Nem at skifte efter endt levetid
- Patenteret



SAMSON slæbesko

Sliddele kan skiftes hurtigt

- Nem at skifte efter endt levetid
- Mindre tid brugt på skift af sliddele
- Færre omkostninger til vedligeholdelse



SAMSON slæbesko

Specialudviklet gylledyse

- Afgangsområde større end indgangsområde
 - Gyllen ledes langsommere ud af dysen
- Meget fleksible
 - Brækker ikke, når de rammer forhindringer
- Højt flow
 - Høj udledningskapacitet
- Glides på plads
 - Nem at skifte efter endt levetid



Standard

SAMSON slæbesko

Både til græs og til voksende afgrøder

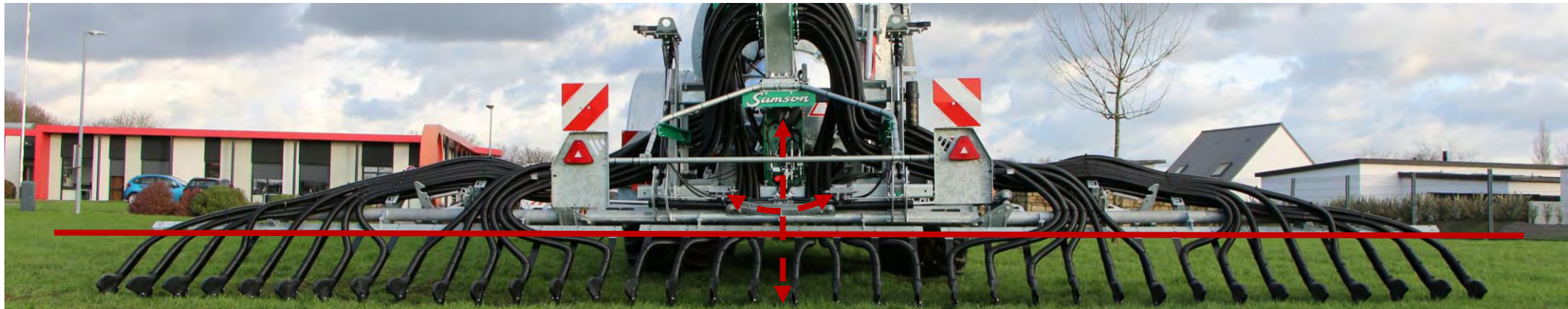
- Reduceret overfladeareal af udbragt gylle
 - Reduceret fordampning
 - Højere udnyttelse af næringsstoffer
- Universal-bomme til udbringning



Styring af bom

Bommen hænger frit i et drejepunkt

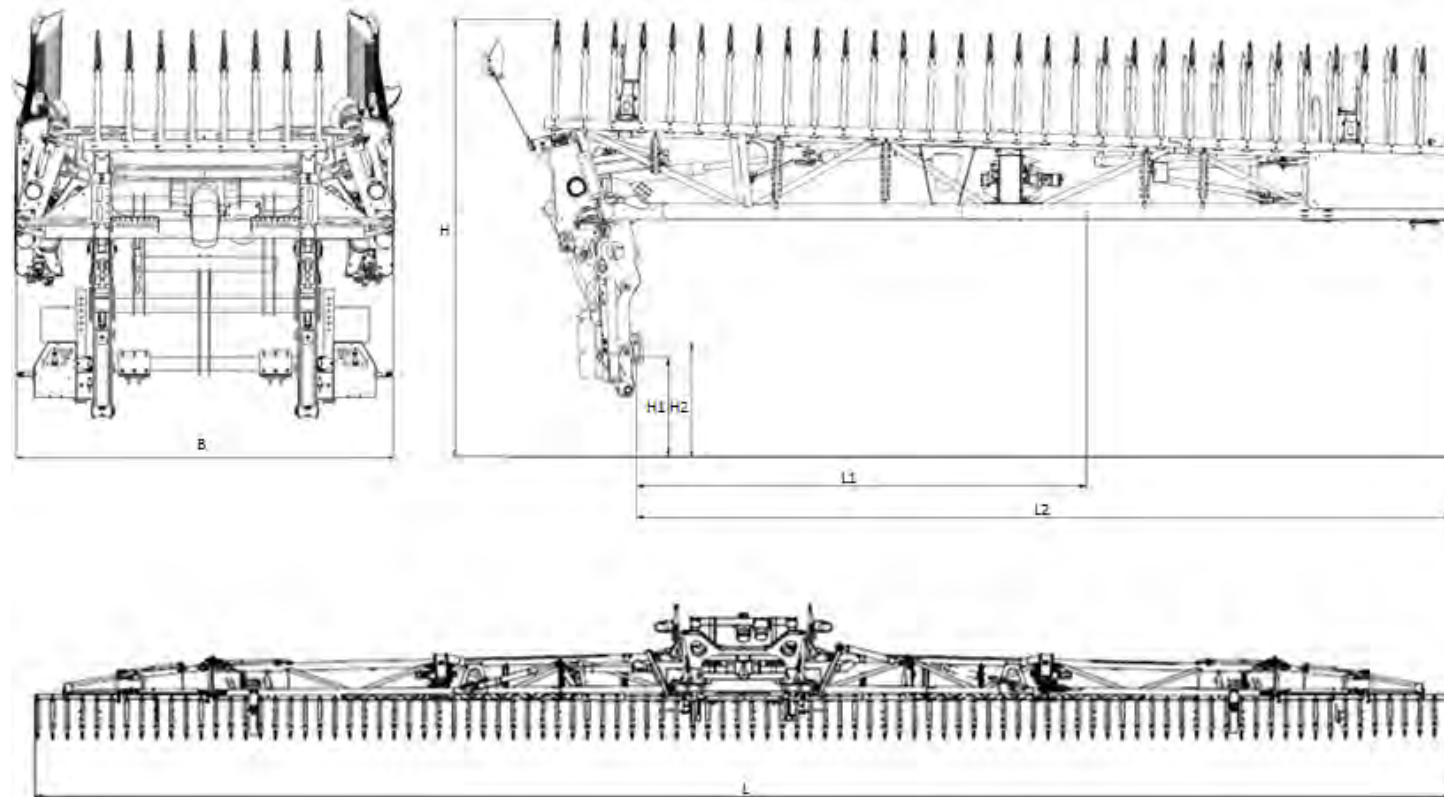
- Kan bevæges frit
- Følger automatisk markens konturer
- Jævn styring under gylleudbringning



TSB1

Koncept

- Stor bom med arbejdsbredde fra 18 til 24 meter
- Flexibilitet med forskellige arbejdsbredder på en maskine
- 2 fordelere til god tværfordeling
- Anti-dryp system
- Høj kapacitet



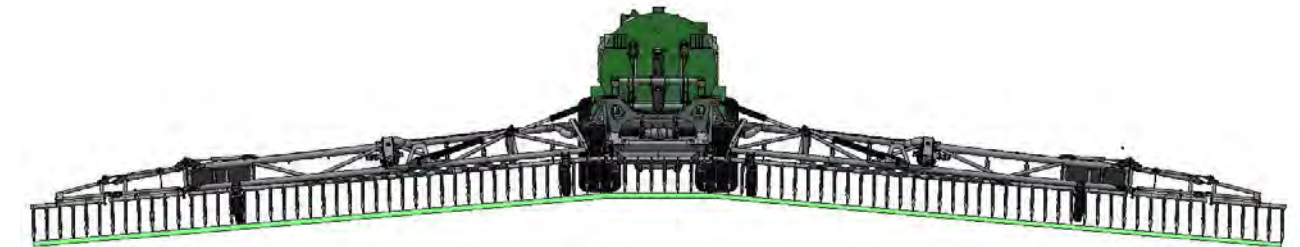
SAMSON adaptivt kontursystem med vinge-hævefunktion

Vingerne kan vippe sideværts omkring leddene midt på bommen

- Bedre tilpasning til terrænet, herunder ujævne flader og store konturer
- Bom i tre sektioner, hvilket betyder, at afstanden mellem slæbesko er så godt som konstant, selv i bakket terræn
- I arbejdstilstand er bommen i flydestilling på jorden
- Mindre fordampning
- Bedre udnyttelse af gyllen
- Øget driftssikkerhed på bom-mekanismerne
 - Ingen risiko for brud på bolte i vippemekanismer

Konturtilpasning opad er standard på TSB2

Konturtilpasning opad og nedad fås som ekstraudstyr på TSB2



SAMSON adaptivt kontursystem med vinge-hævefunktion

Vinge-hævefunktion på forageren

- Reduceret risiko for, at bomspidsen berører jorden
- Stor frihøjde under bomspidsen



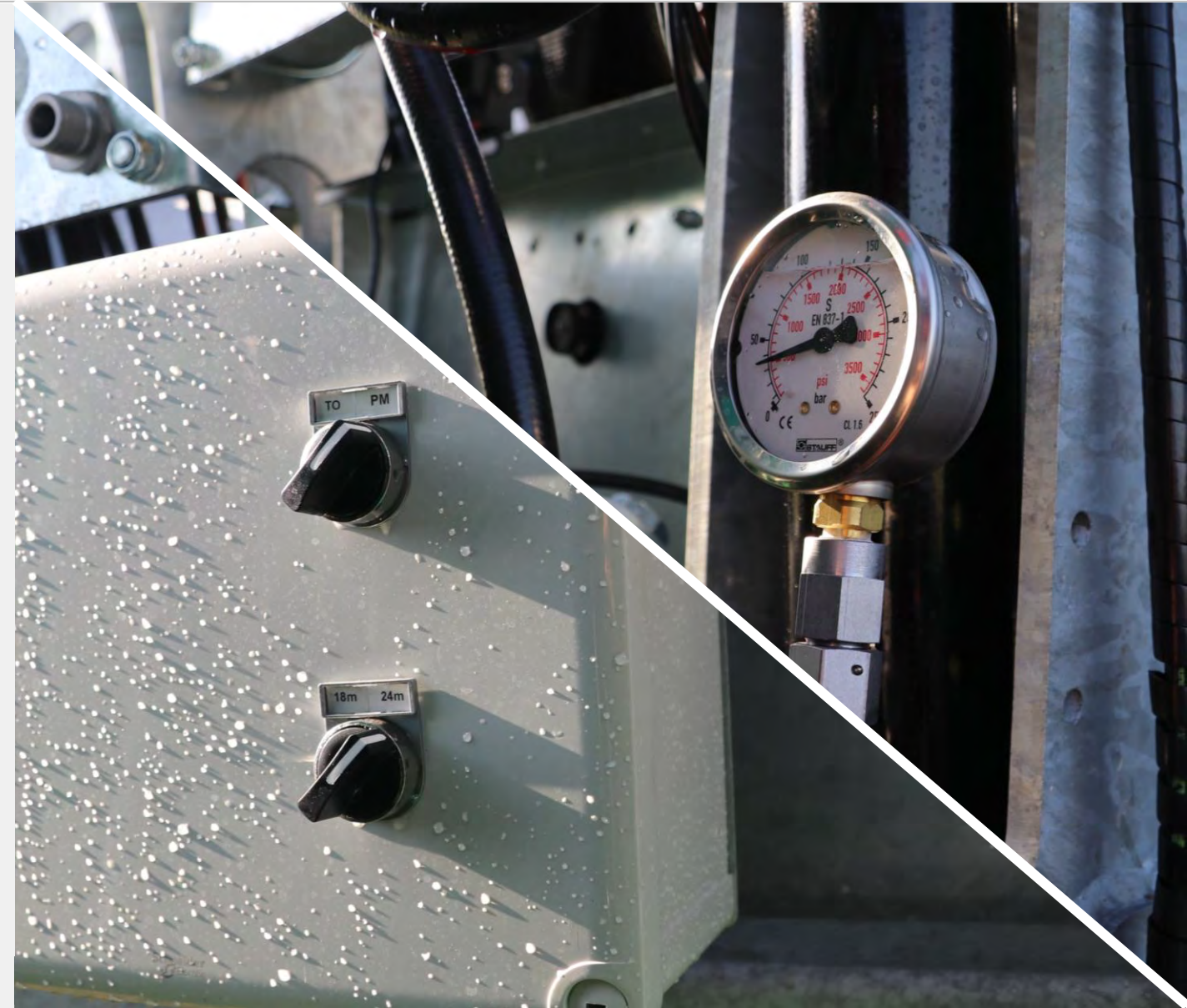
Standard

SAMSON aktiv trykstyring

Slæbeskotrykket kan styres

- Styring af rilledybden i løs jord
- Bedre resultat i marken
- Tilpasses hurtigt til ændringer i jordens konturer
- Nem at aktivere på styreboksen midt på bommen
- Nemt at justere midt på bommen uden brug af værktøj

Ekstraudstyr



GSC (generisk sektionsskontrol)

SAMSON GSC AIR - fabriksmonteret løsning til TSB2
Modulopbygget og fleksibel sektionsskontrol udviklet
efter kundernes specifikke krav

- Styret via GSC og integreret i Styringssystemet
- Kan bruges til sektionsskontrol eller reduktion af arbejdsbredden
- Kan styres manuelt fra SlurryMaster 8000 eller via ISOBUS TC-SC
- Inkluderer mulighed for afbrydelse i plejespor fra kabinen
- Luftmoduler og styreboks i en enkelt enhed som plug and play-løsning

GSC AIR kan også eftermonteres



Sektionskontrol – virkemiddel mod emissioner



Tak for jeres opmærksomhed!

Har I spørgsmål?

Modelling of methane emission from stored digestate

Sasha D. Hafner | Aarhus University

November 2024

Methane emission from agricultural residues

- Agriculture contributes more than **¼ of Danish greenhouse gases (GHG)**
- Nearly ½ of agricultural methane is from **manure storage**
- The national inventory shows **no improvement** in the past 30 years

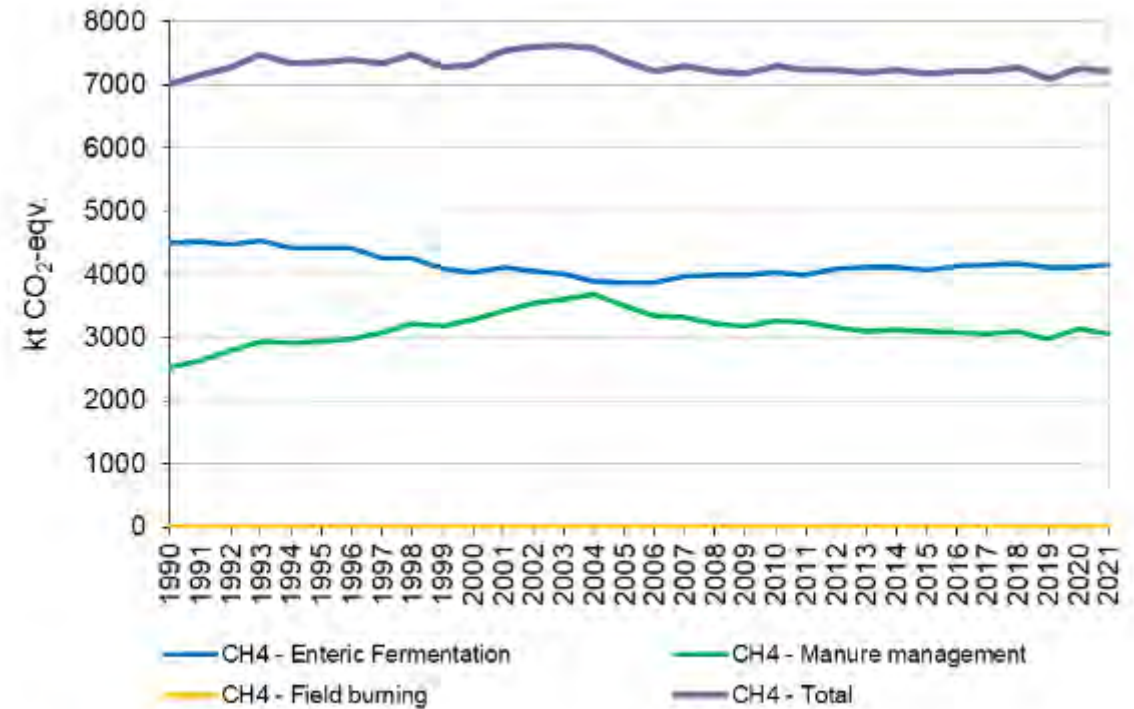


Figure 5.1b Danish agricultural CH₄ emissions 1990 – 2021.

From 2023 Danish national inventory report
<https://dce2.au.dk/pub/SR541.pdf>

The Klimagylle project

Description

- Aim is to develop a method for predicting management effects on methane emission from stored digestate using the best available modeling tools
- Two main components: emission **measurement** and emission **modeling**
- This presentation focuses on modeling

Project participants

- Lars Viladsgaard Toft, Andreas Gravholt, Michael Holm | **SEGES**
- Pernille Lund Kasper | **DTI**
- Henrik Bjarne Møller, Cristiane Romio, Sasha Hafner | **Aarhus University**

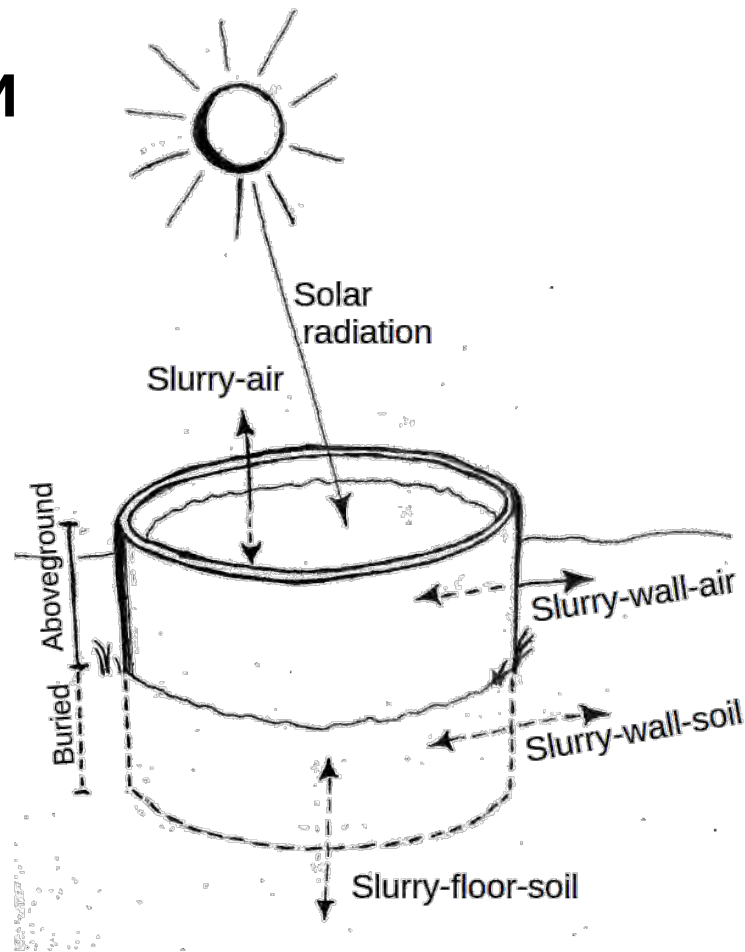
Measurements: 4 digestate storage tanks

Tank ID	Maximum volume (m ³)	Digestate load* (t)	Volatile solids (VS) load* (t)	Peak temperature [†] (°C, (month))	Measured CH ₄ emission* (t)	Measured CH ₄ emission* (kg/t)
AD1	5000	4000	220	25.9 (9)	7.5	1.9
AD2	2500	2000	100	21.6 (8)	5.9	3.0
AD3	1500	1600	80	24.4 (7)	2.3	1.4
AD4	1500	2200	80	23.1 (8)	6.1	2.8

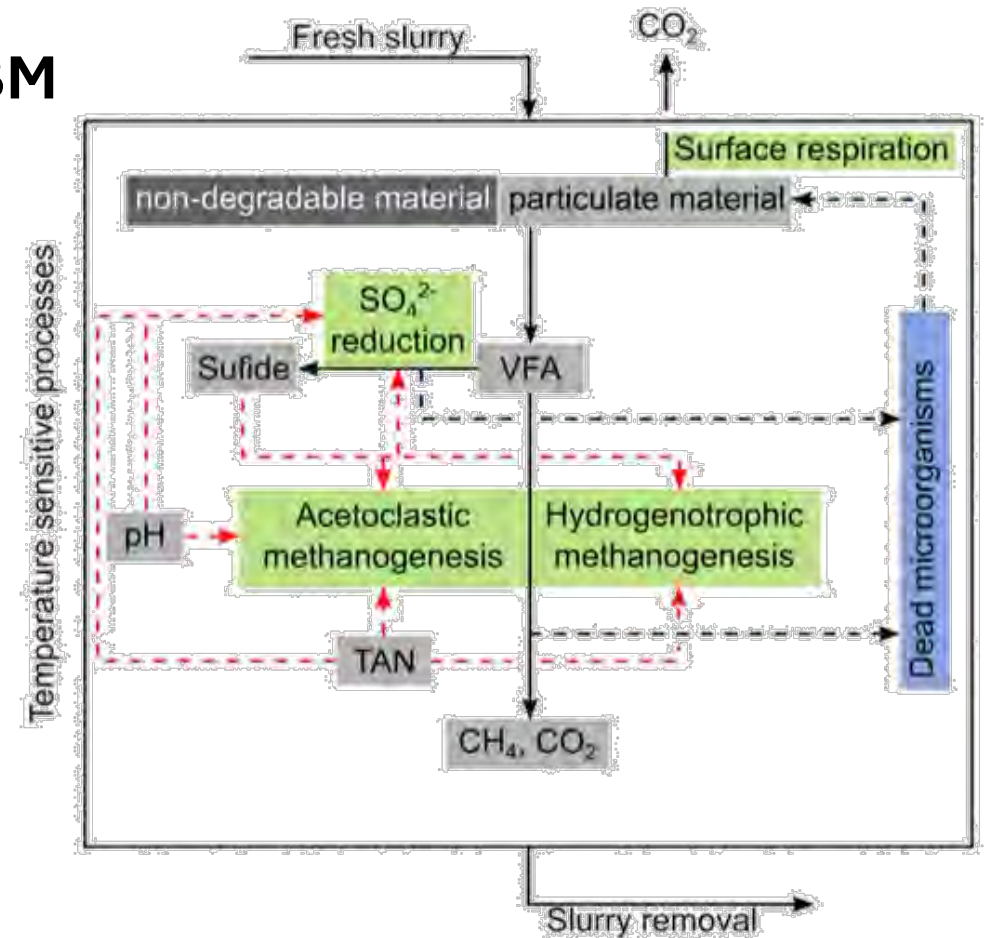
*Annual, [†]monthly average

Methods – coupling two models

STM



ABM



Model details

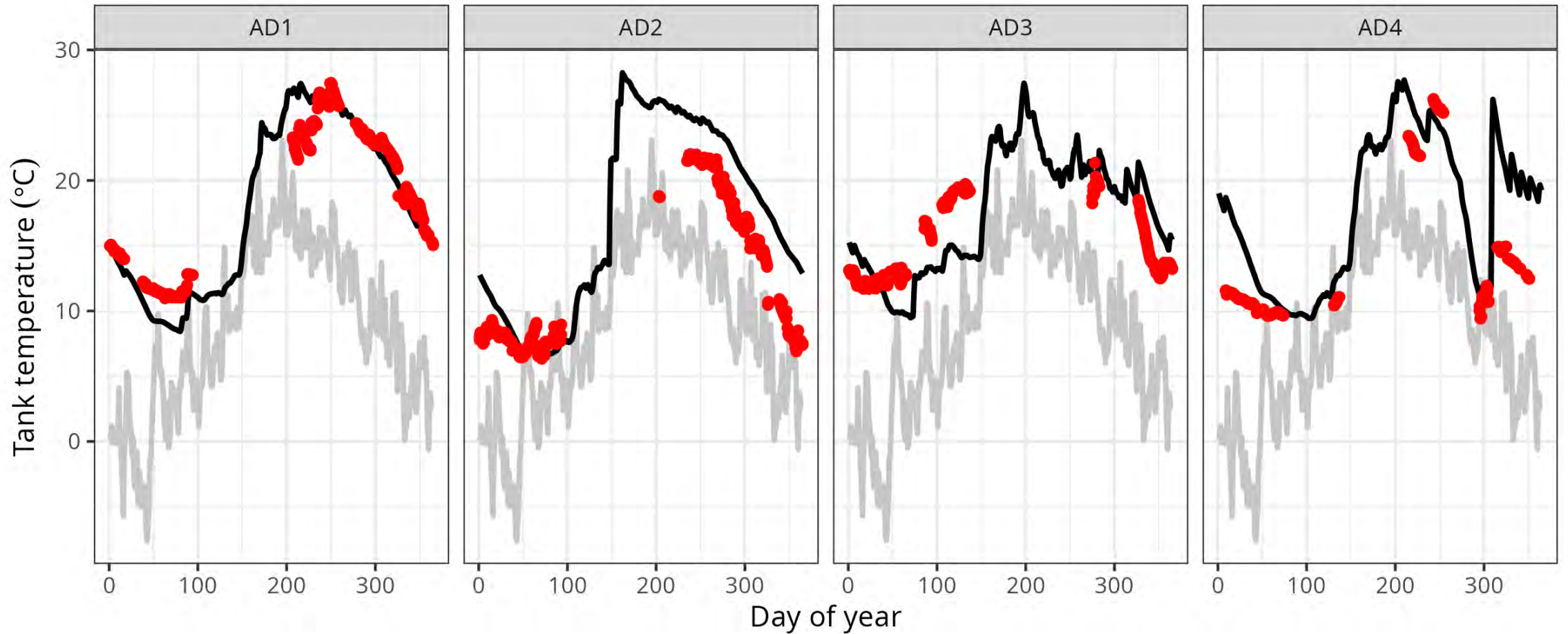
Temperature by STM

- Simple lumped parameter heat transfer model
- Inputs: tank dimensions, daily air temperature and solar radiation, tank loading and emptying schedule
- Parameters: heat transfer resistance values, absorptivity, physical constants
- Open-source:
<https://github.com/AU-BCE-EE/STM>

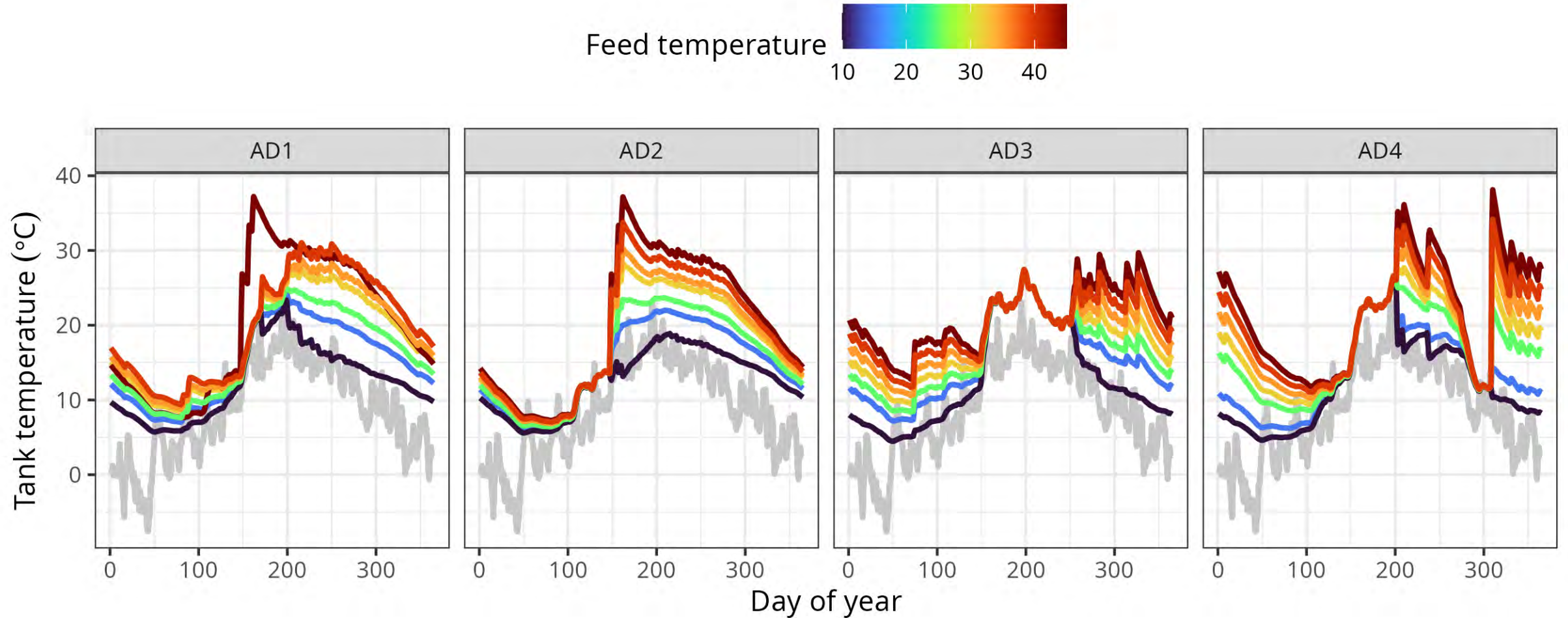
Microbiology and CH₄ by ABM

- Model of microbial growth and activity
- Inputs: daily digestate temperature, tank loading and emptying schedule, substrate concentration
- Parameters: methanogens, hydrolysis rate, microbial growth rates, ...
- Open-source:
<https://github.com/AU-BCE-EE/ABM>

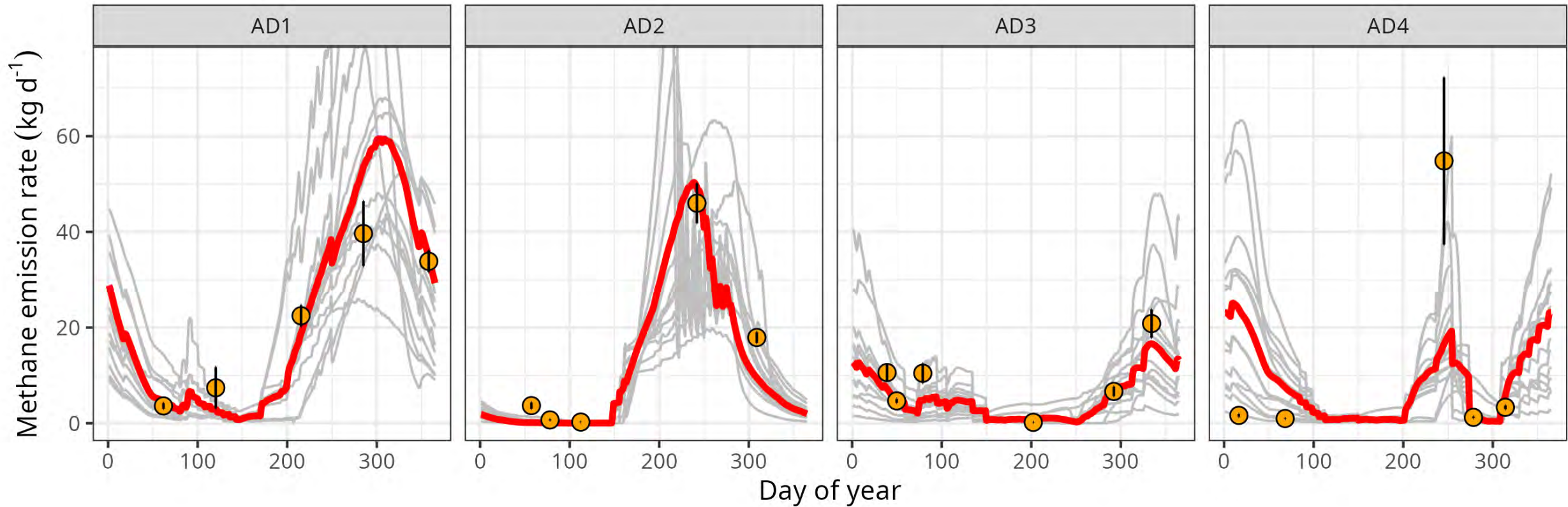
Temperature predictions – STM evaluation



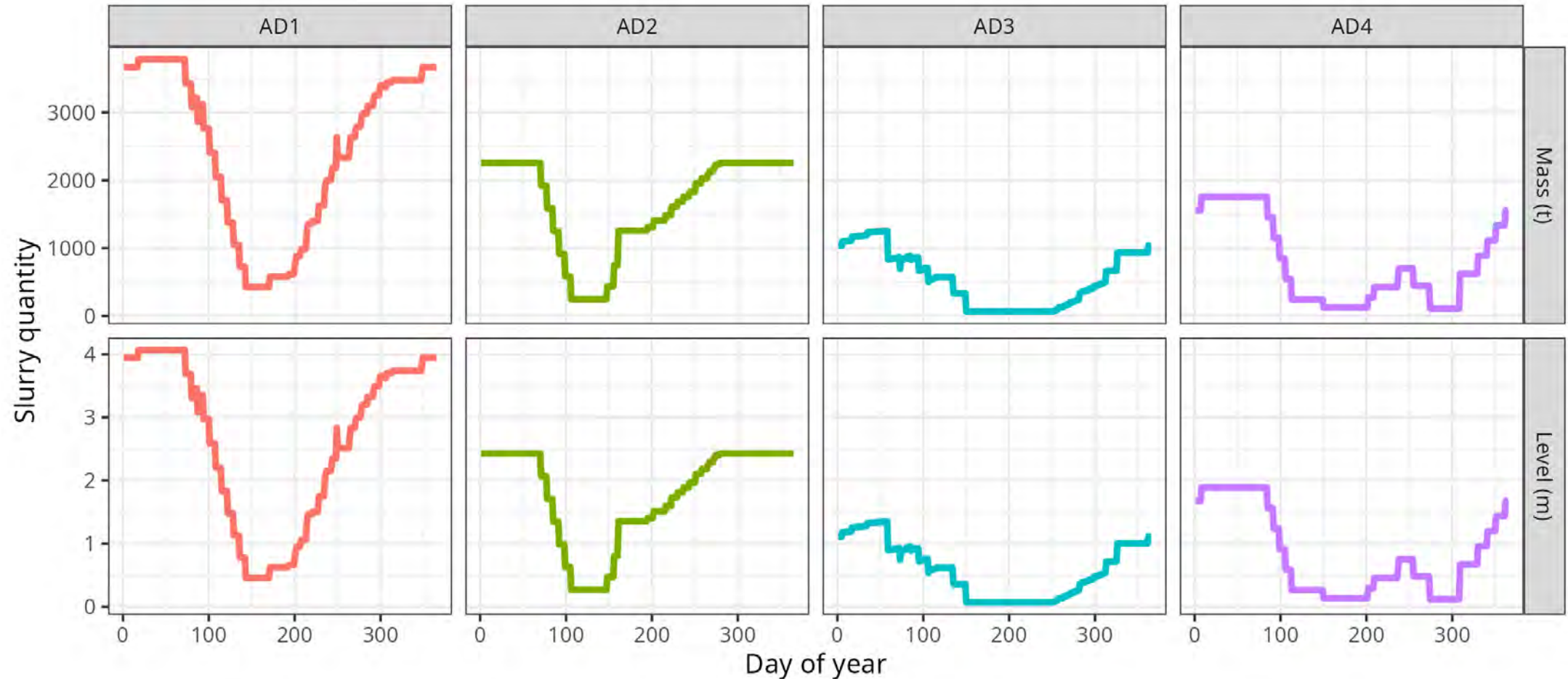
Delivery temperature effect



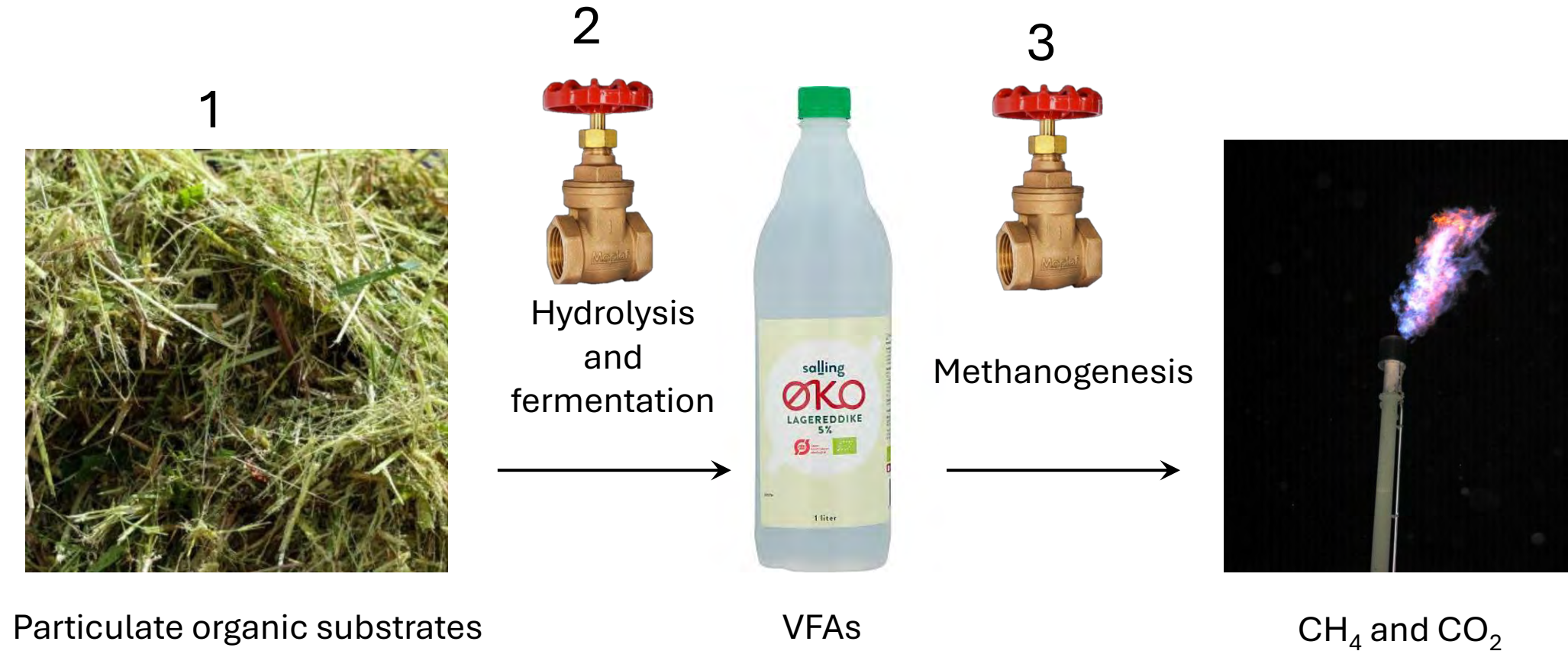
Methane emission – ABM evaluation



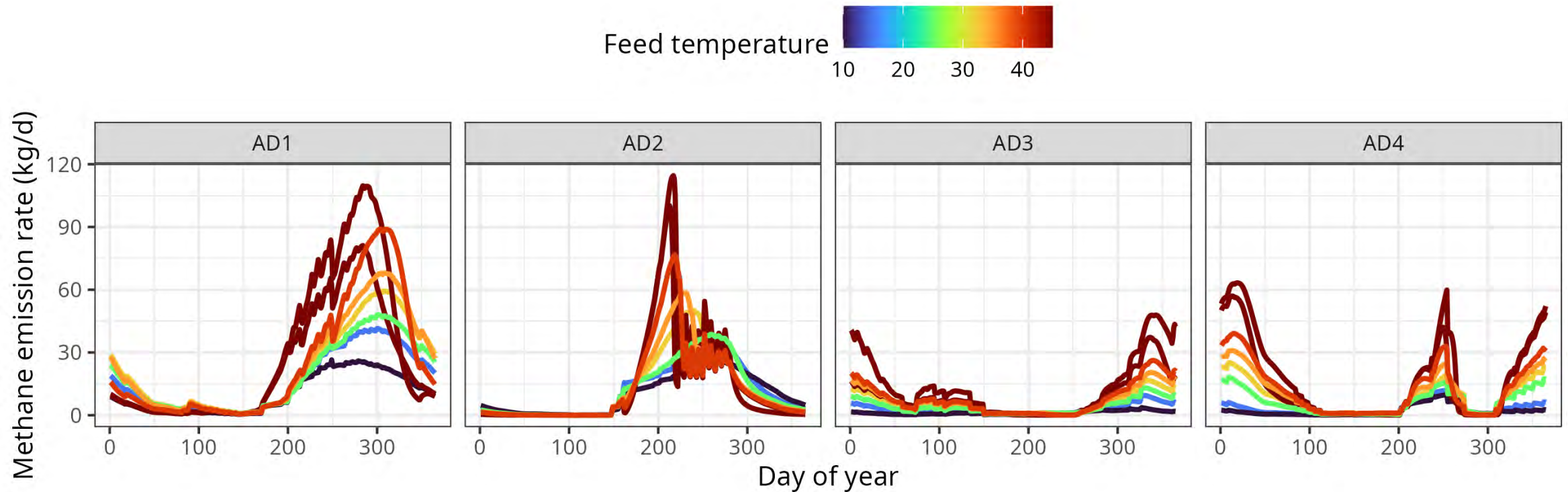
Timing of loading and emptying important



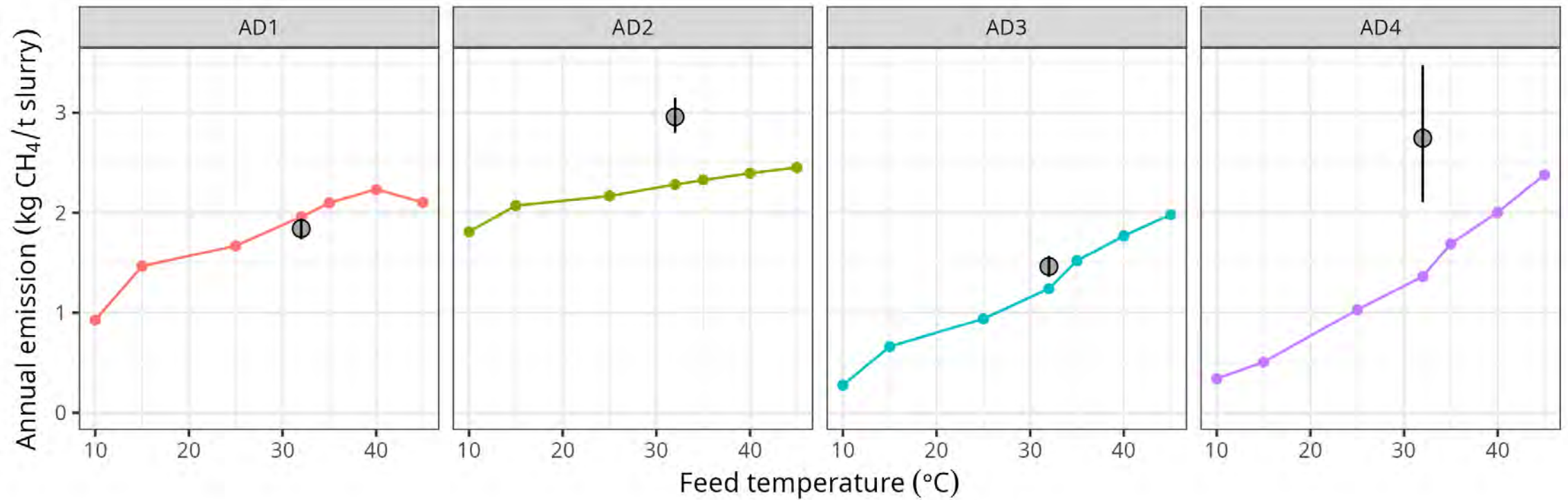
Methane emission control



Effect of delivery temperature on emission



Temperature sensitivity



Summary and context

- We coupled a heat transfer model and microbiology model to predict effects of management on methane emission from stored digestate
- Evaluation with measured emission shows models provide plausible or even reasonably accurate estimates
- But uncertainty is substantial, due in part to multiple potential bottlenecks for methane production
- Coupled models can quantify interactions that affect emission and sensitivity to e.g., digestate delivery temperature x loading timing
- Unexpected responses to management are likely

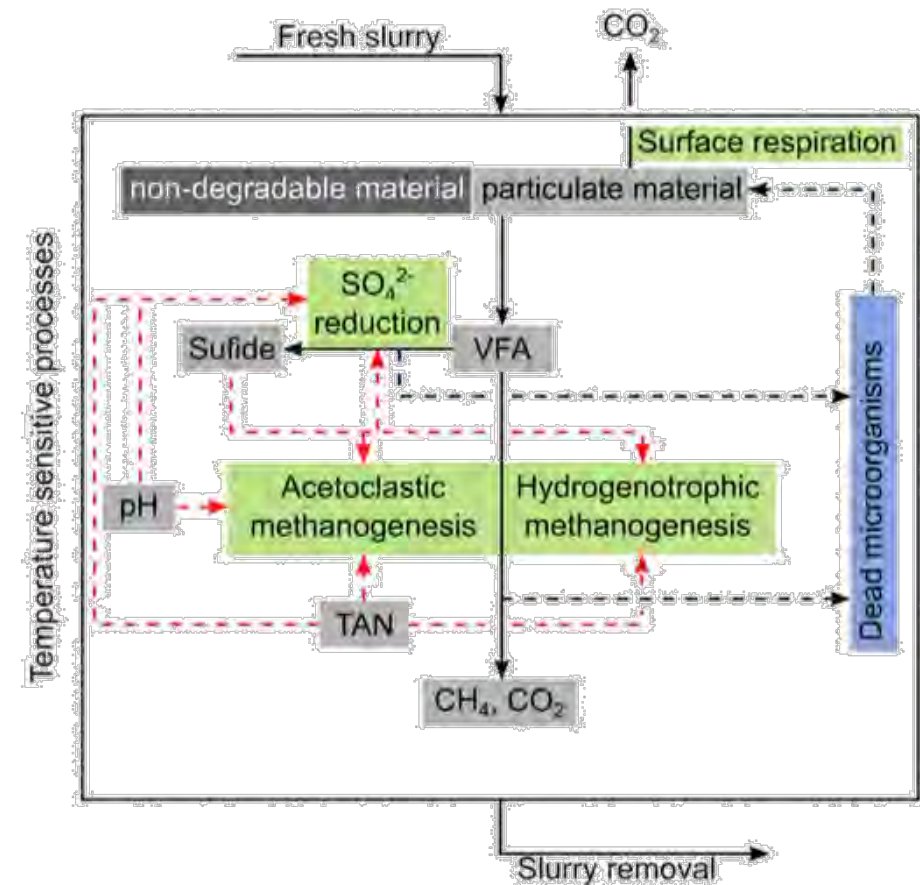
Thank you for your attention!

Sasha: sasha.hafner@bce.au.dk

Lars: lato@seges.dk

Michael: miho@seges.dk

Andreas: anгр@seges.dk



Fosforeffekt af biokul produceret af biogasrestfibre

Camilla Lemming, SEGES Innovation

6. november 2024



Finansieret af
Den Europæiske Union
NextGenerationEU

SEGES
INNOVATION

Biokul er stadig aktuelt

Grøn trepart



Åbning af Stiesdal SkyClean anlæg i Vrå



Hvorfor interessere sig for fosfor i biokul?

- Biokul baseret på afgasset biomasse (og spildevandsslam) indeholder relativt meget fosfor



Tilførselsmængder til landbrugsjord vil blive begrænset af fosforloftet

Eksempler



Gødningsværdien af fosfor kan være relevant for landbrugets interesse i at anvende biokul



Fosfor er en begrænset ressource, og det er ønskeligt, at det kan recirkuleres

Indhold i biokul og begrænsninger på udbringning

Tabel 3: Eksempel 1 – Biokul fra halm

BIOKUL FRA HALM	GRÆNSEVÆRDI	INDHOLD I BIODUKUL	MAX TILFØRSEL I TONS PRODUKT PR. HA
Kvælstof (total N)	170 kg pr. ha	5,4 kg pr. ton	31,4
Fosfor (total P)	30 kg pr. ha	1,5 kg pr. ton	20,0
Tørstof	Gns. 7 ton pr. ha pr. år i 10 år	73,4 pct.	9,5

Biokul fra halm



Tabel 4: Eksempel 2 – Biokul fra gyllefibre/afgasset biomasse

BIOKUL FRA GYLLEFIBRE	GRÆNSEVÆRDI	INDHOLD I BIODUKUL	MAX TILFØRSEL I TONS PRODUKT PR. HA
Kvælstof (total N)	170 kg pr. ha	10,8 kg pr. ton	15,8
Fosfor (total P)	30 kg pr. ha	13,3 kg pr. ton	2,3
Tørstof	Gns. 7 ton pr. ha pr. år i 10 år	73,73 pct.	8,8

Biokul fra gyllefibre/afgasset biomasse



Indhold i præsentation

1. Førsteårs-effekt af fosfor i biokul
2. Biokuls potentiale til opgødskning med fosfor på arealer med lav fosforstatus
3. Resultater fra forsøg med forbedring af jordstruktur på grovsandet jord



1) Førsteårs-effekt af fosfor i biokul



Opsummering og foreløbige konklusioner

Oktober 2023

- Markforsøgene har været **tørkepåvirkede** – udbytteresultater skal tolkes med forsigtighed.
- Tidlige responser i marken + inkubationsforsøg tyder på en vis fosforeffekt af biokullet
 - ~ måske omkring **30-40 % af TSP** (for biokul fra Vesthimmerland Biogas)
 - ➡ kan være mere velegnet til opgødsning end til at dække afgrødens umiddelbare fosforbehov
- Inkubationsforsøg viser:
 - Tilgængeligheden kan øges betydeligt ved at mindske partikelstørrelse
 - Tilgængeligheden kan øges noget ved forsuring
 - Potentiale som fosforgødning kan afhænge af oprindelsen

Arbejdet fortsætter i 2024

- Nye markforsøg
- Følger jordens fosforstatus i 2023-forsøg
- Miniplotforsøg (Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet)

Markforsøgene 2024

- Vårbyg
- Arealer udvalgt ud fra forventet udbytte-respons for fosfor

Led	Fosforgødning	Tildelingsmåde
1.	Ingen P	
2.	15 kg P pr. ha i TSP	Placeret
3.	30 kg P pr. ha i TSP	Placeret
4.	60 kg P pr. ha i TSP	Placeret
5.	30 kg P pr. ha i TSP	Bredspredt og nedharvet
6.	30 kg P pr. ha i biokul	Bredspredt og nedharvet
7.	90 kg P pr. ha i biokul	Bredspredt og nedharvet
8.	90 kg P pr. ha i biokul + 60 kg P pr. ha i TSP	Biokul: Bredspredt og nedharvet TSP: placeret
9.	20 kg P pr. ha i biokul + 10 kg P pr. ha i TSP	Biokul: Bredspredt og nedharvet TSP: placeret

TSP = Tripelsuperfosfat



Biokul i forsøgene

- Leveret af Stiesdal
- Baseret på biogasrestfibre fra Agri Energy Vrå
- Pyrolyseret på pilotanlæg i Skive
- Udspreedt med håndkraft og nedharvet



Indhold i biokul		Udbragt i led 7 (90 kg P pr ha i biokul/13 tons biokul pr. ha) kg pr. ha
Tørstof	77 %	-
Total P	6,4 kg/ton	83
Total N	6,4 kg/ton	83
NH ₄ -N	<0,5 kg/ton	< 2,5
Total K	16 kg/ton	208
Total Mg	5,1 kg/ton	66
Total C	379 kg/ton	4930

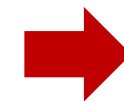
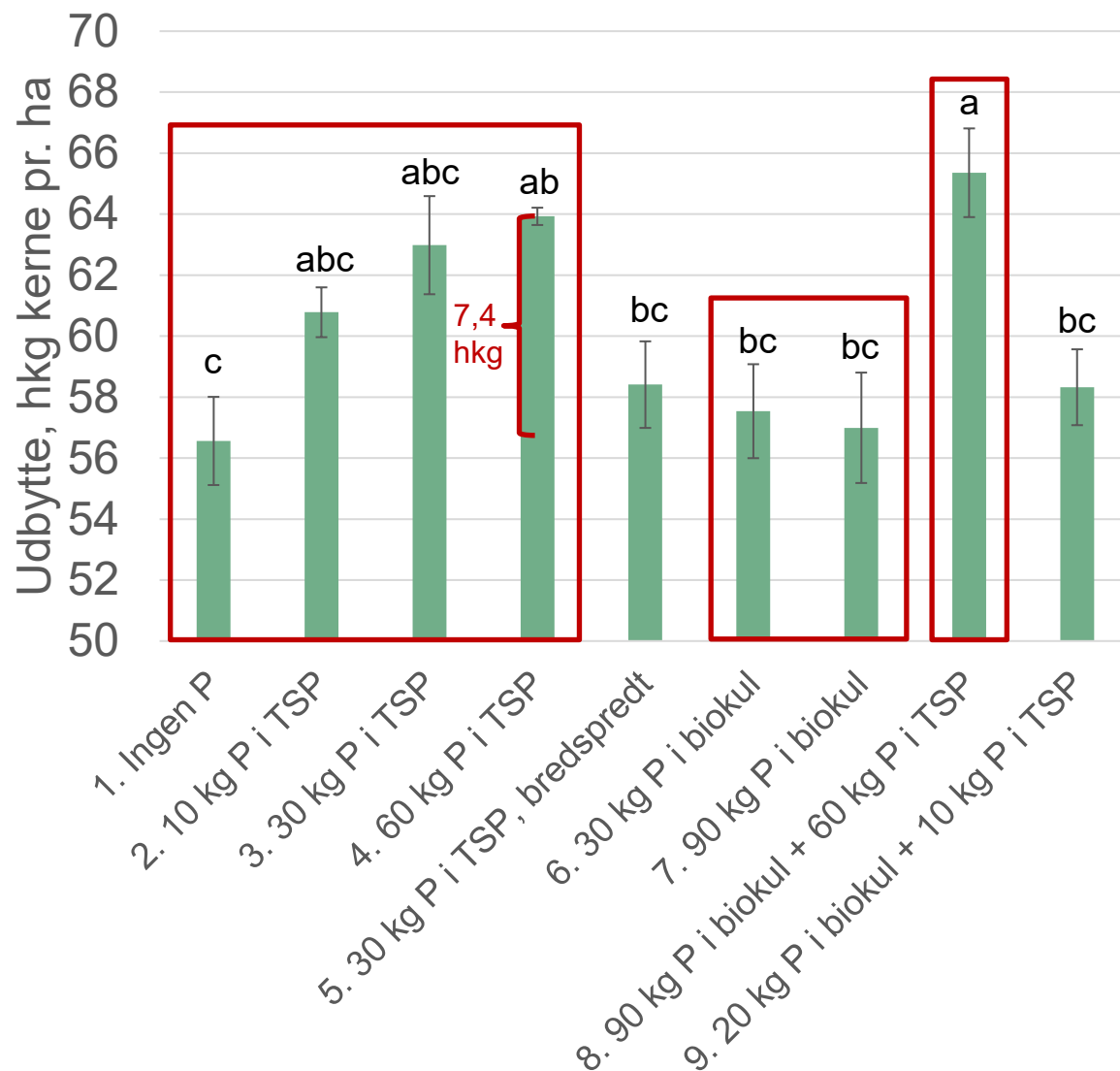
Resultater 2024 (foreløbige)

1. Forsøget ved Holeby, Lolland
2. Forsøget ved Haslev, Sjælland
(som viser samme tendenser
som forsøget ved Jerslev)



Holeby, Lolland

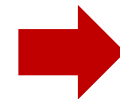
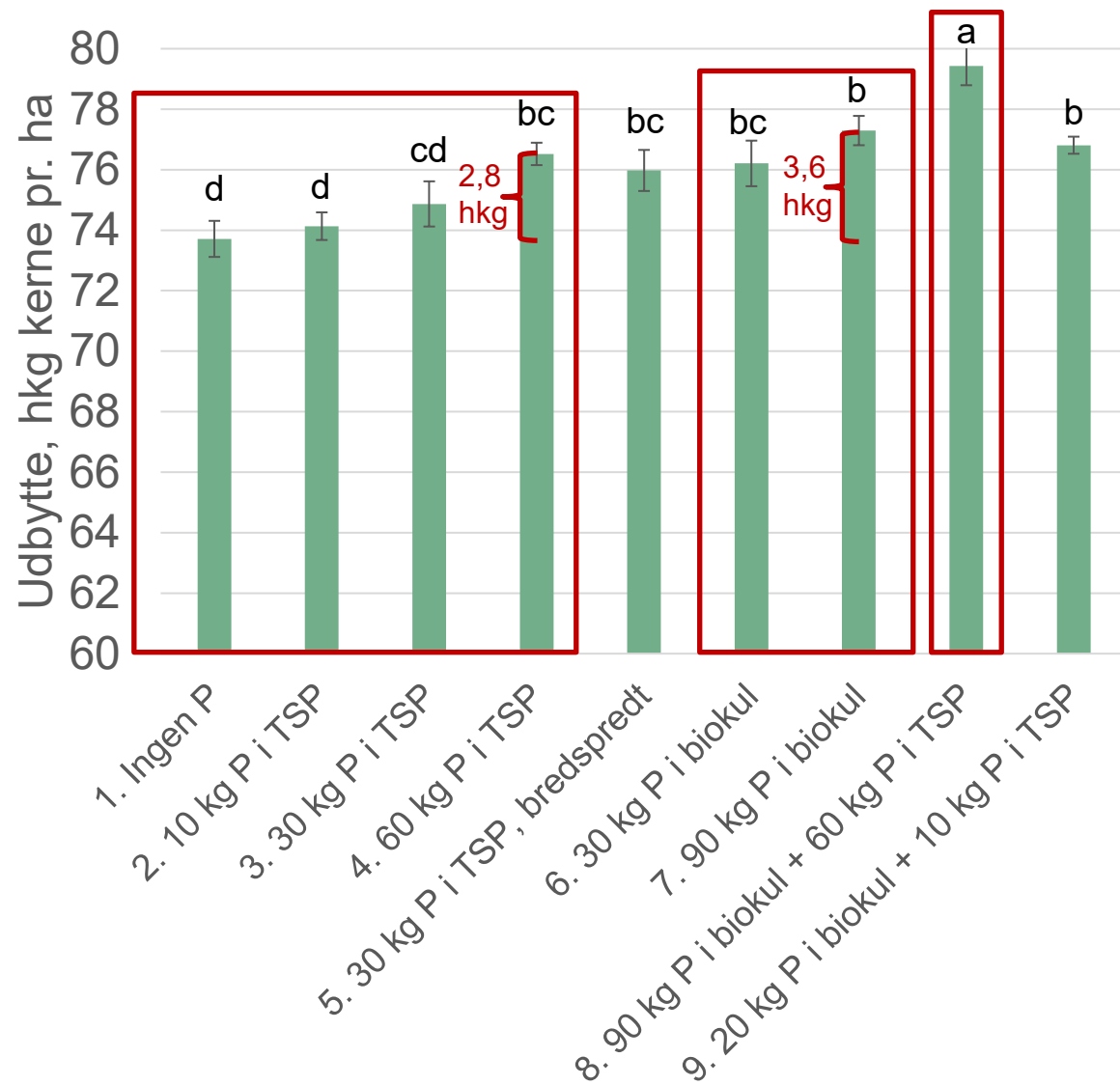
Høstudbyttet



Ingen betydelig
udbytte/fosforeffekt
af biokul

Haslev, Sjælland

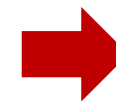
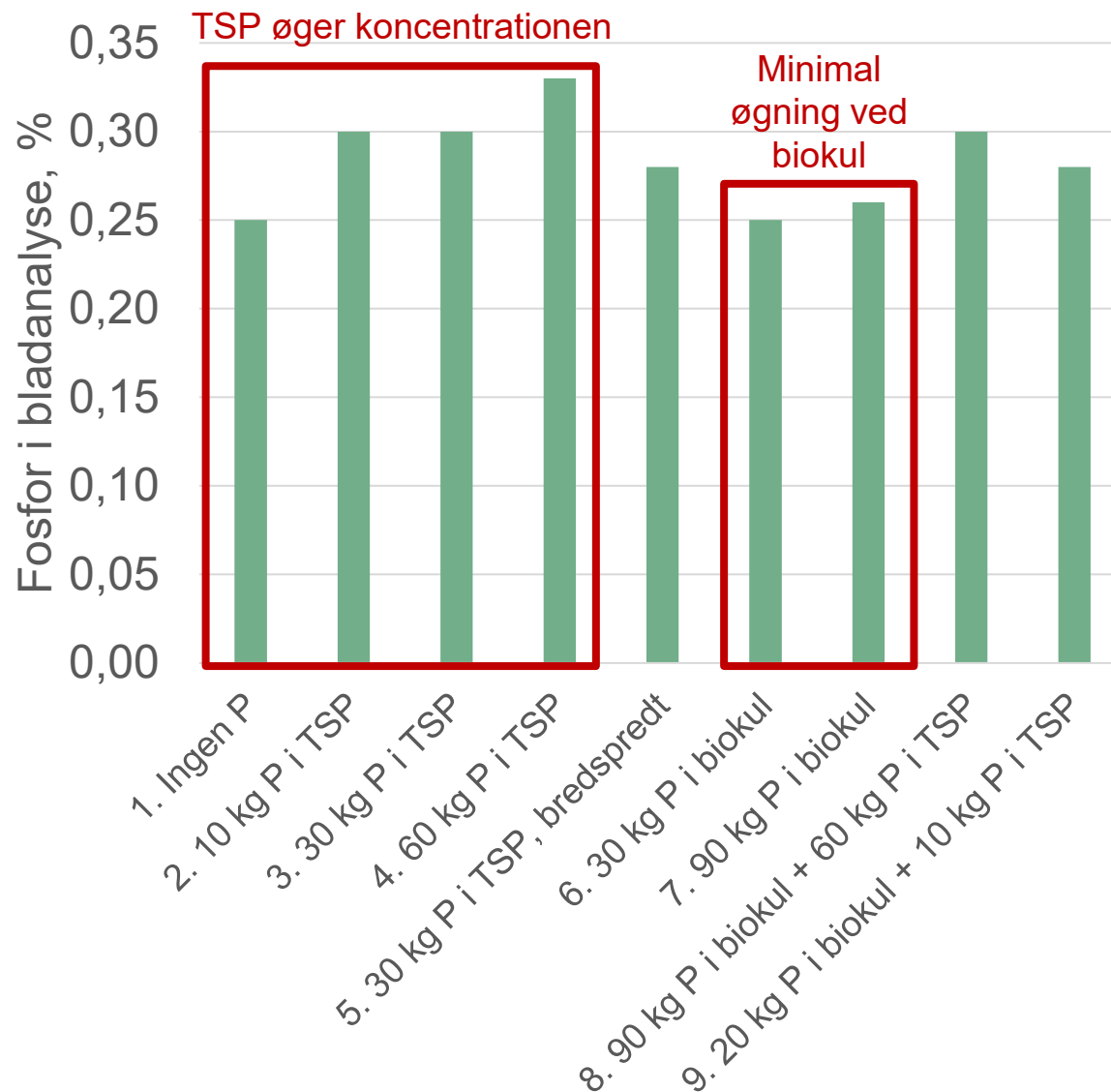
Høstudbyttet



- Positive udbytteeffekter af biokul
- Men usikkert om det er fosforeffekter

Haslev, Sjælland

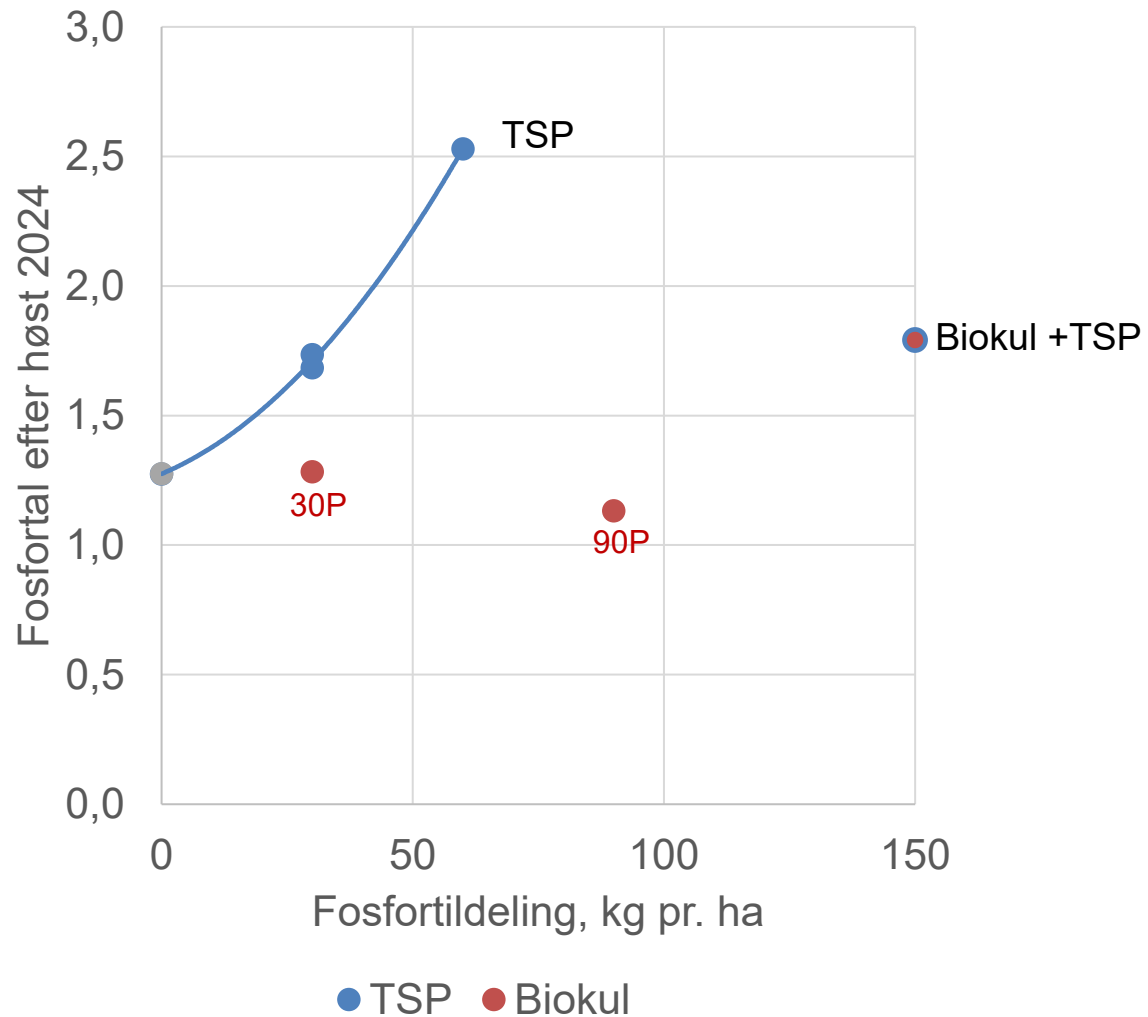
Fosforkoncentration i bladene i maj



Tyder på minimal optagelse af fosfor fra biokul

Haslev, Sjælland

Fosfortal i jorden efter høst



➡ Tyder på at biokul ikke har bidraget med tilgængeligt fosfor til jorden

Opsamling markforsøg 2024 (førsteårseffekter)

- Forsøget i Holeby viser ingen/minimal gødningseffekt af fosfor i biokul
- Forsøgene i Haslev og Jerslev viser positive udbytteeffekter af biokul – men der er indikationer på, at det ikke er en fosforeffekt

➡ Hvad kan effekten så skyldes?

Andre næringsstoffer?

- **Kvælstof?** Ingen tegn på effekt af protein eller kvælstofudbytte
- **Kalium eller magnesium?** Kaliumtal og magnesiumtal i jorden viser, at der burde være tilstrækkelige mængder i jorden, men en vis effekt kan ikke afvises

Ikke-næringsstofrelaterede effekter?

Indhold i biokul	Udbragt i led 7 (90 kg P pr ha i biokul/13 tons biokul pr. ha) kg pr. ha
Tørstof	-
Total P	83
Total N	83
NH ₄ -N	< 2,5
Total K	208
Total Mg	66
Total C	4930

Opsamling markforsøg 2024 (førsteårseffekter)

- Forsøget i Holeby viser ingen/minimal gødningseffekt af fosfor i biokul
- Forsøgene i Haslev og Jerslev viser positive udbytteeffekter af biokul – men der er indikationer på, at det ikke er en fosforeffekt

➡ Hvad kan effekten så skyldes?

➡ Hvorfor er fosforeffekten tilsyneladende mindre i 2024 end i 2023?



Biokullet har en anden oprindelse end i 2023



Biokulpillerne er hårdere og med mindre smulder end i 2023

Biokul 2023



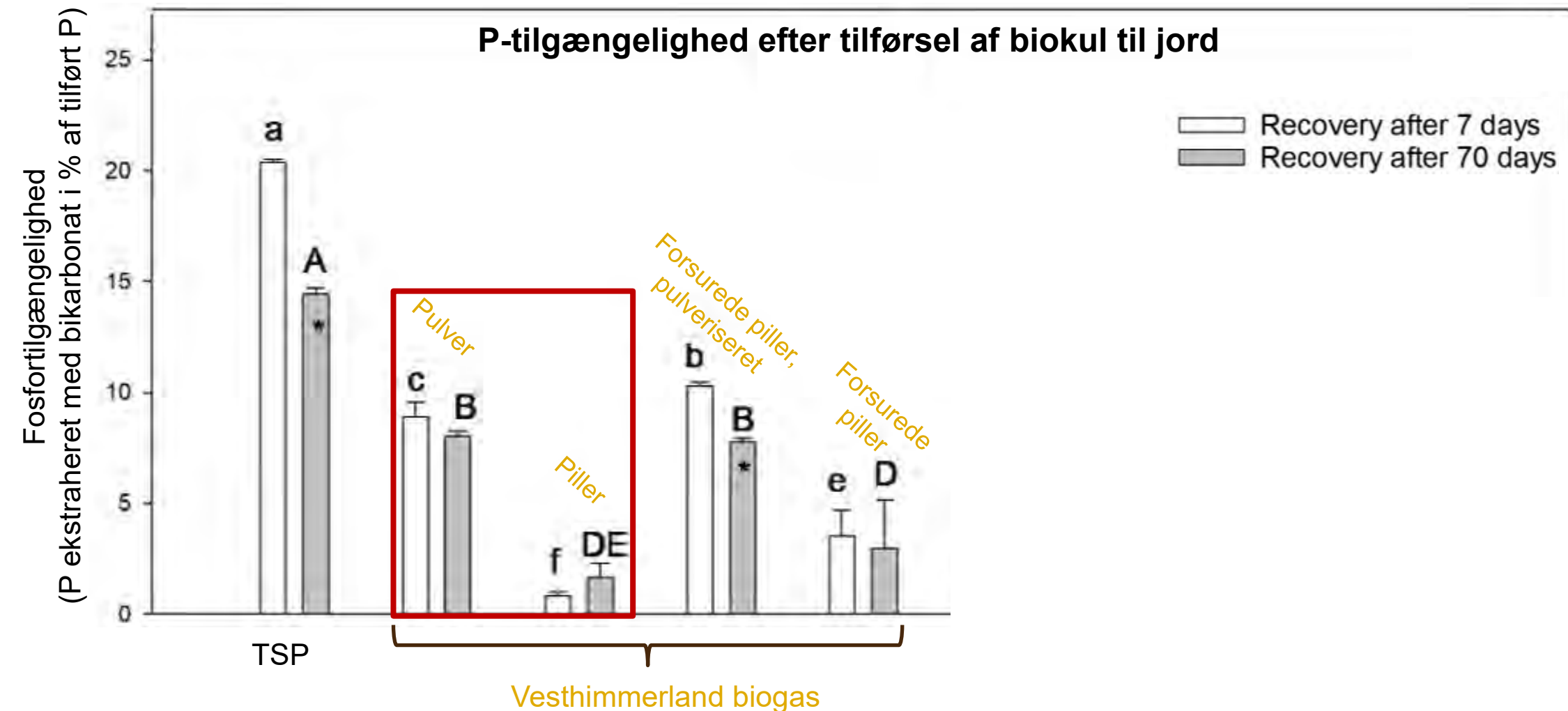
Baseret på biogasrestfiberpiller fra
Vesthimmerland biogas

Biokul 2024



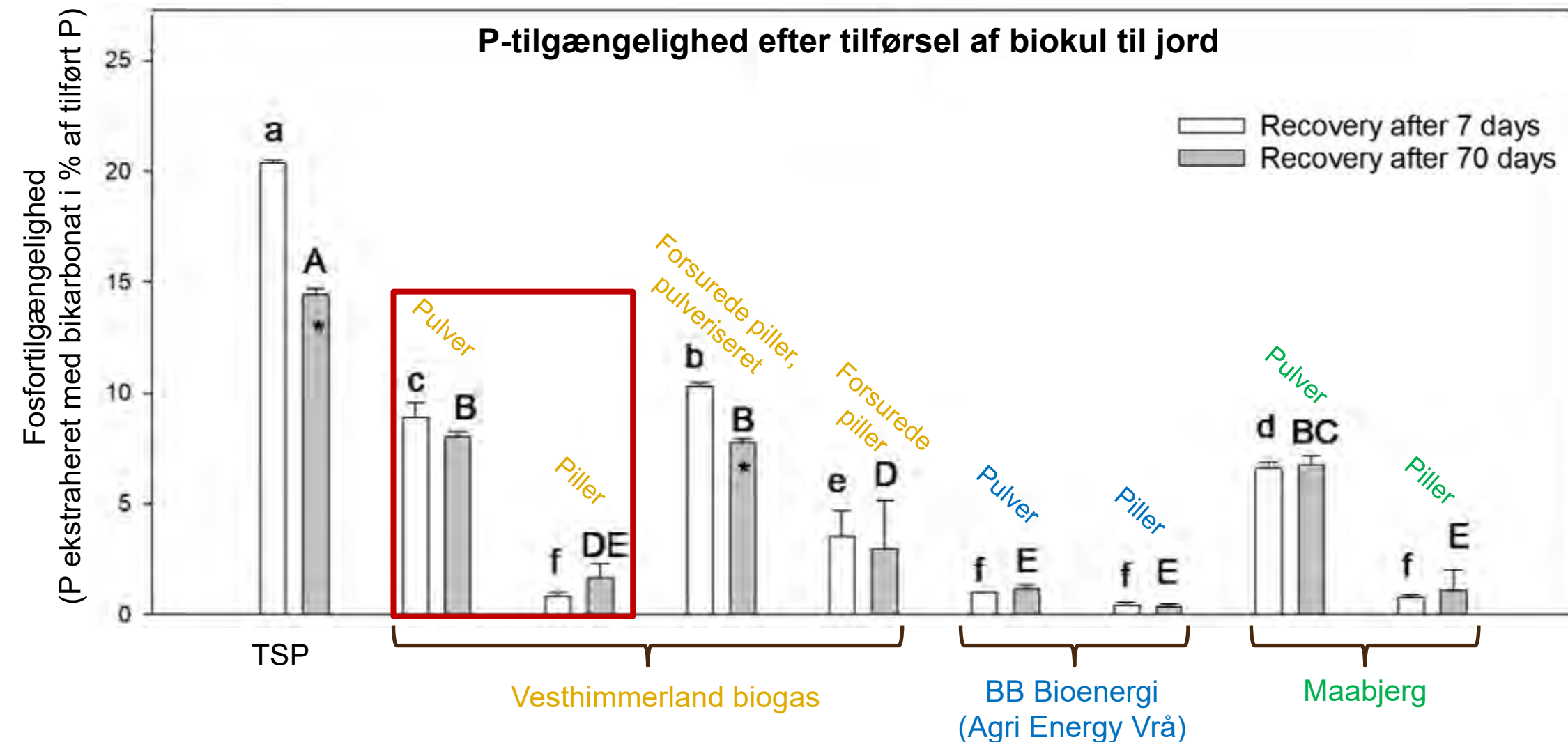
Baseret på biogasrestfiberpiller fra
Agri Energy Vrå

Resultater fra inkubationsforsøg hos Aarhus Universitet



Resultater fra inkubationsforsøg hos Aarhus Universitet

→ Pottesforsøg fra KU viser samme mønster



Opsamling markforsøg 2024

Førsteårseffekt

- Forsøget i Holeby viser ingen/minimal udbytteeffekt af fosfor i biokul
- Forsøgene i Haslev og Jerslev viser positive udbytteeffekter af biokul – men der er indikationer på, at det ikke er en fosforeffekt

➡ Hvad kan effekten så skyldes?

➡ Hvorfor er fosforeffekten tilsyneladende mindre i 2024 end i 2023?



Biokullet har en anden oprindelse end i 2023

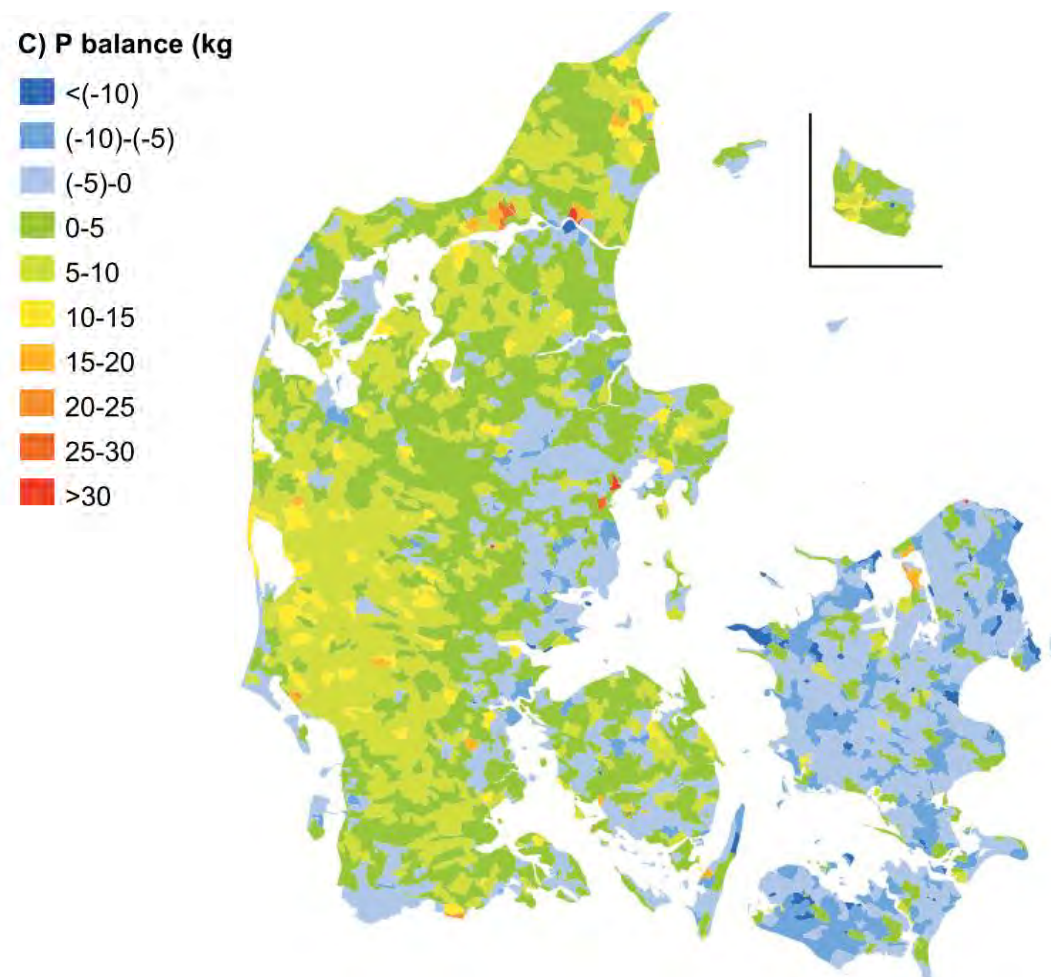


Biokulpillerne er hårdere og med mindre smulder end i 2023

2025

Anlæg af to yderligere forsøg med fosforeffekt af biokul

2) Kan biokul bruges til opgødskning af arealer med lave fosfortal?



Længere tids negativ fosforbalance på **Sjælland** har resulteret i mange jorde med lav fosforstatus



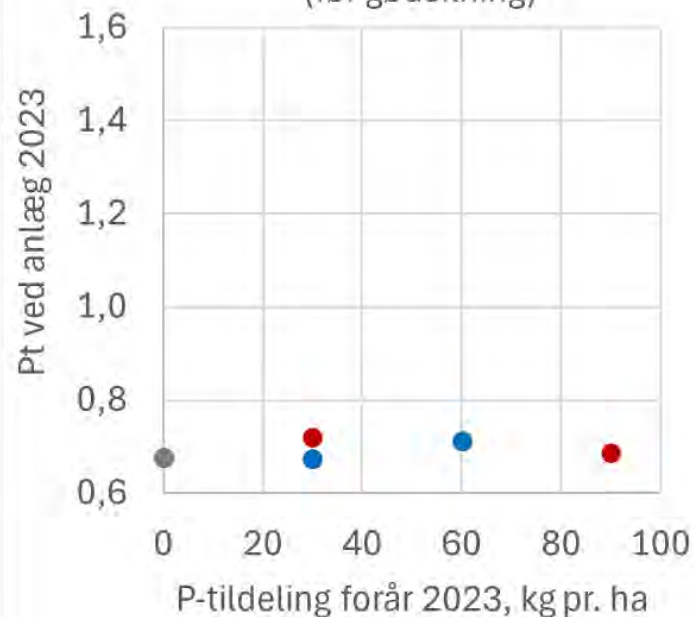
33 % af jordprøver udtaget 2020-2022 har fosfortal < 2

Fosforbalance 2013, baseret på 15 km²-oplande.
Fra Andersen et al. 2016.

Udvikling i jordens fosforstatus over tid efter tilførsel af biokul

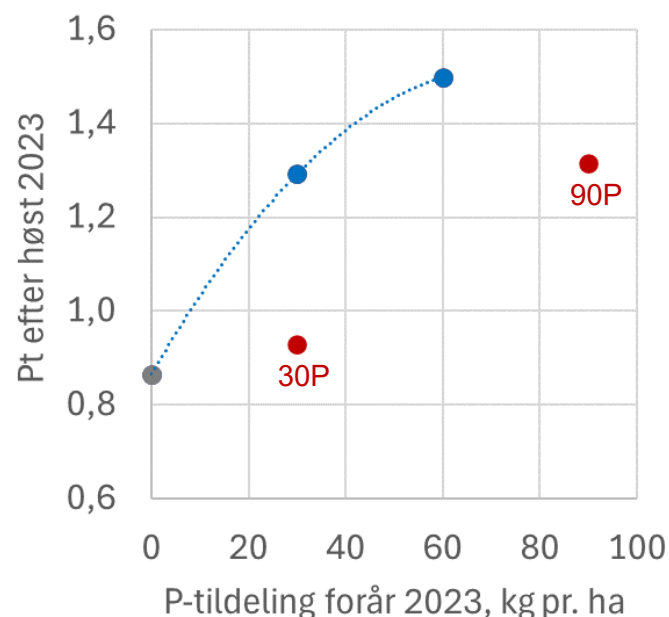
Gennemsnit for to forsøg på Sjælland

Fosfortal ved anlæg forår 2023
(før gødskning)

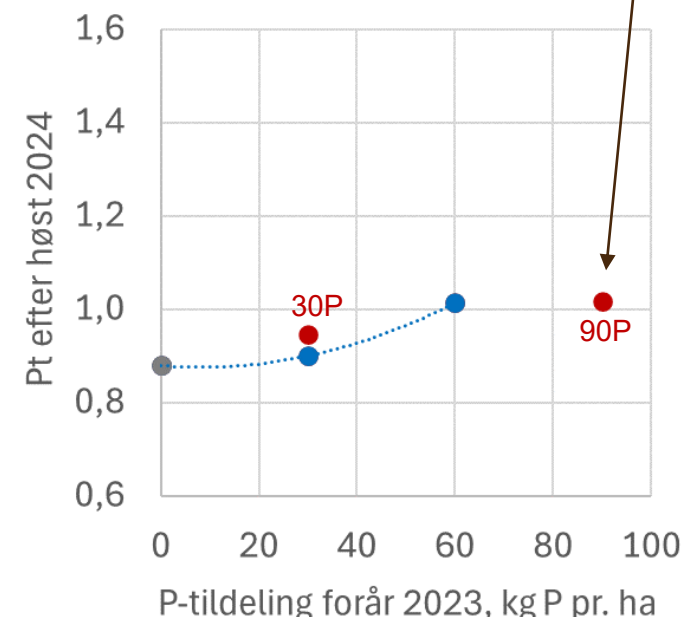


● Biokul ● TSP ● Ingen fosfor

Fosfortal efter høst 2023



Fosfortal efter høst 2024



Signifikant højere end ingen P

Vækstsæson 2024

Markerne dyrket efter bedriftens praksis:

- Hhv. vinterraps og spinat
- Tilførsel af hhv. 13 og 18 kg P pr. ha

Kan biokul bruges til opgødskning af arealer med lave fosfortal?

Resultater fra to forsøg anlagt i 2023 tyder på:

- Biokul kan øge jordens fosforstatus
- Over tid nærmer opgødskningseffekten af biokul sig opgødskningseffekten af TSP

2025

- I 2025 undersøges eftervirkningen fra 2024-forsøgene:
 - Både afgrødevækst og jordprøver
- Der tages nye jordprøver på 2023-forsøgsarealerne

Biokul 2023



Baseret på biogasrestfiberpiller fra Vesthimmerland biogas

3) Forsøg med forbedring af jordstruktur på grovsandet jord (BioAdapt)

Fintformalet biokul fra halm



Tilført underjorden (30-80 cm)



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



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

Ministry of Food, Agriculture
and Fisheries of Denmark
gudp

SEGES
INNOVATION

Rasmus Emil Jensen, Rikke Lykke Eriksen og Janne Aalborg Nielsen, SEGES Innovation

Markforsøg

080392324 Tilførsel af biokul til underjorden på JB1, BioAdapt

Behandling (2023)

- | | |
|---|---|
| 1 | Ubehandlet |
| 2 | Opgravet underjord |
| 3 | Opgravet underjord iblandet 1,5 pct. biokul |
| 4 | Opgravet underjord iblandet 3 pct. biokul |
| | |

Forsøget i august 2024



Markforsøg

080392324 Tilførsel af biokul til underjorden på JB1, BioAdapt

Behandling (2023)

- | | |
|---|---|
| 1 | Ubehandlet |
| 2 | Opgravet underjord |
| 3 | Opgravet underjord iblandet 1,5 pct. biokul |
| 4 | Opgravet underjord iblandet 3 pct. biokul |
| | |

Forsøget i august 2024



SEGES
INNOVATION

Rasmus Emil Jensen, Rikke Lykke Eriksen og Janne Aalborg Nielsen, SEGES Innovation

Markforsøg

080392324 Tilførsel af biokul til underjorden på JB1, BioAdapt

Behandling (2023)		Udb. og merudb. (vinterrug 2024), hkg kerne pr. ha
1	Ubehandlet	89,8
2	Opgravet underjord	1,9
3	Opgravet underjord iblandet 1,5 pct. biokul	5,5
4	Opgravet underjord iblandet 3 pct. biokul	6,9
		<i>ns</i>

Afrunding

- Flere forsøg med positive udbytteeffekter af biokul
- Fosforgødningseffekten af biokul fra afgassede biogasrestfibre i første år vurderes lavere end P i handelsgødning (op til 30-40%)
 - Afhænger af bl.a. oprindelse og partikelstørrelse
- Biokul kan have potentiale til at øge jordens fosforstatus



→ *Forsøg og undersøgelser fortsætter i 2025*

**Capture rate - hvordan maksimerer vi
pyrolyseproduktionen?**

**Biokulproduktion i stor skala – de første
erfaringer fra Agri Energy Vraa**

Temadag om afgasset biomasse

Henrik Nørskov Pedersen, 04-11-2024

SkyClean Vrå inauguration October 7th



Stiesdal SkyClean development trajectory

From early testing to commercial product in three years



First 200 kW Unit

August 2021:

The first SkyClean test plant is inaugurated in Brædstrup.

The Brædstrup plant serves as a test facility for oil production and further scaling.



First 2 MW Unit

March 2022:

The first pilot plant is inaugurated at GreenLab, Skive.

The Skive plant is used for verification of all process steps at a manageable cost and size level



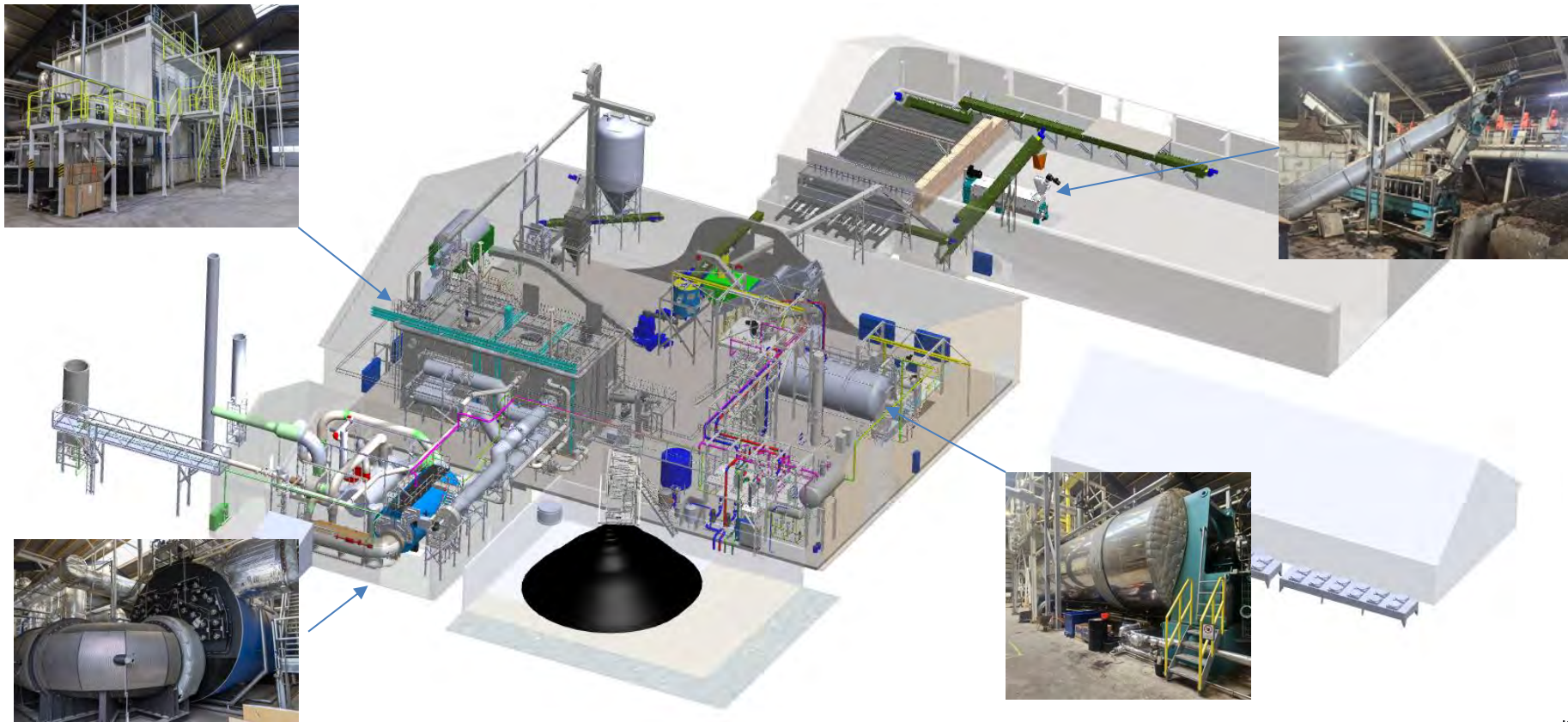
First 20 MW Unit

October 2024:

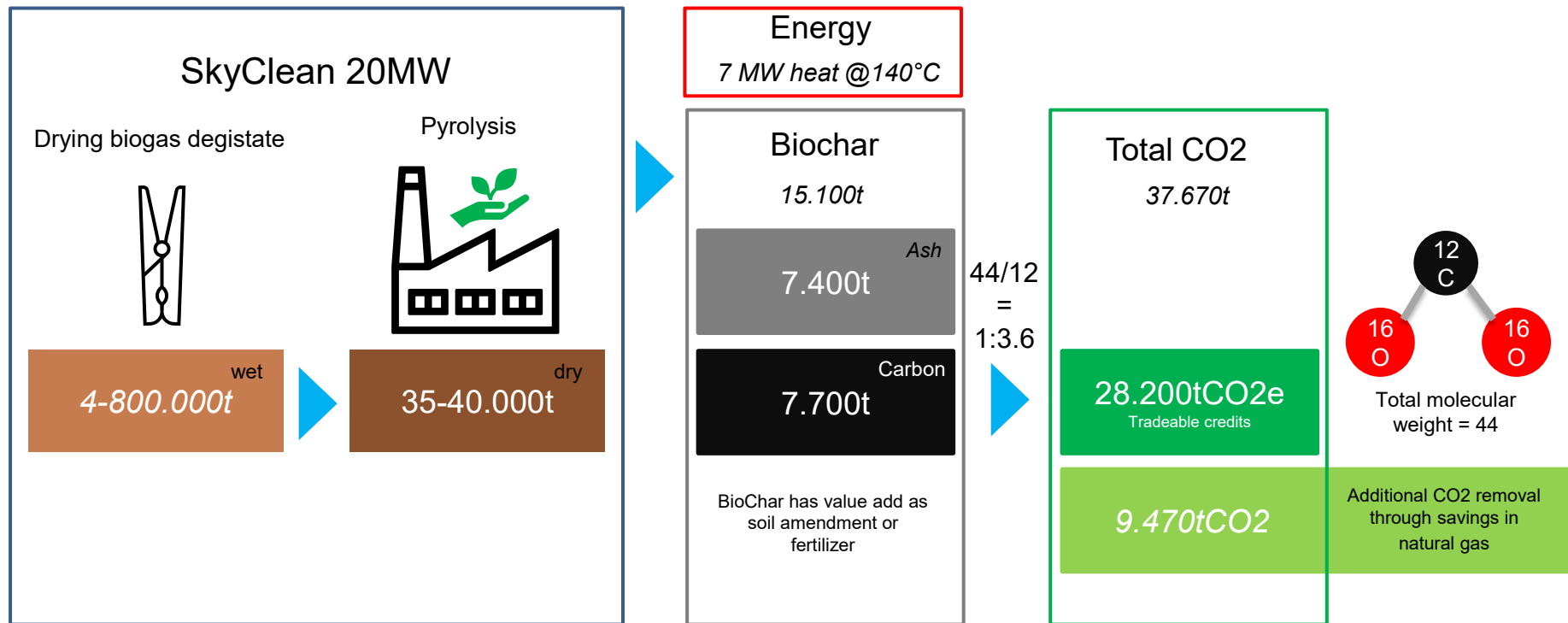
The first full-scale unit inaugurated at Vrå.

The Vrå plant is co-located with a biogas plant and can treat 40.000 tons of dry residues annually.

SkyClean: Fiber Separation, Pyrolysis hall and Boiler

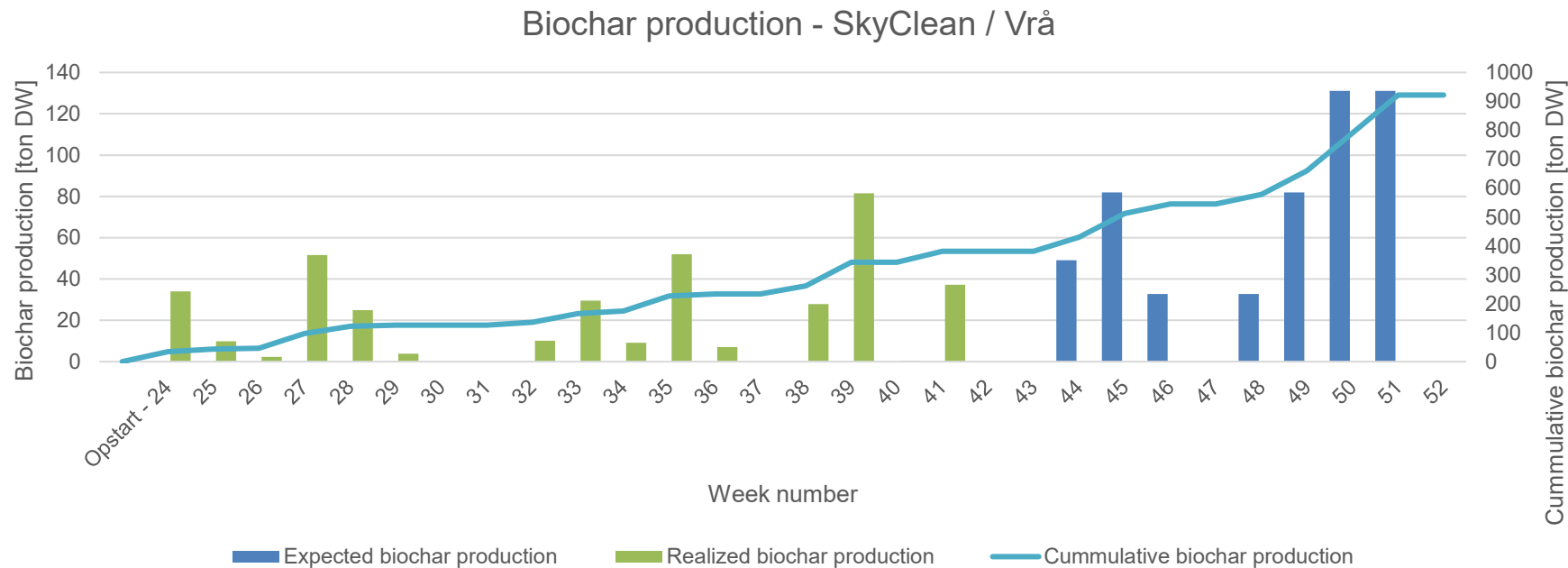


28.200tCO₂e available yearly as tradeable CO₂ credits



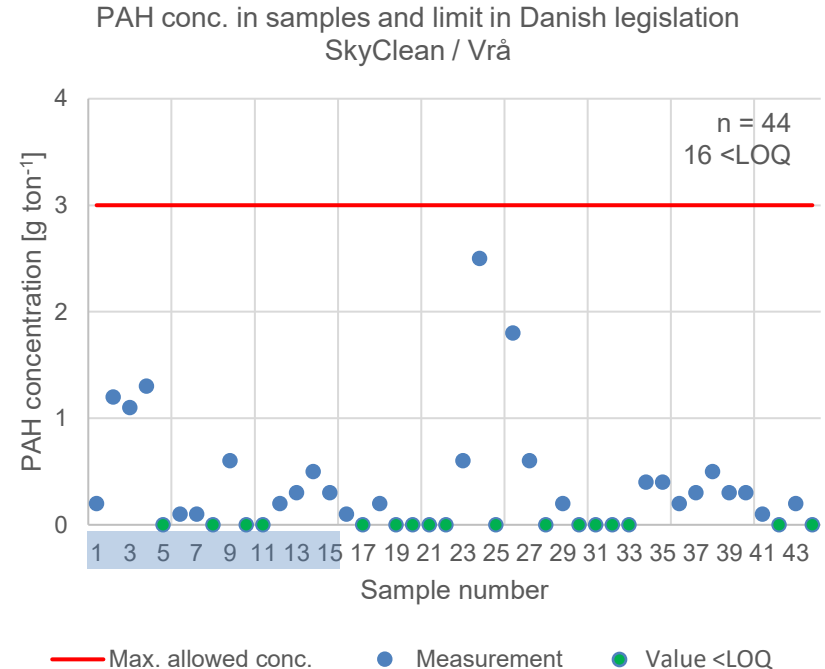
Results

Biochar production - SkyClean / Vår 2024



PAH concentration in Vrå biochar linked to current Danish legislation

- PAH limits are set under the Danish Environmental Protection Act (Affald til jord bekendtgørelsen) which for now is used for spreading of biochar.
- Quality control focus:
 - First production period, with allocation of max 20 m³ biochar per sample (sample 1-15)



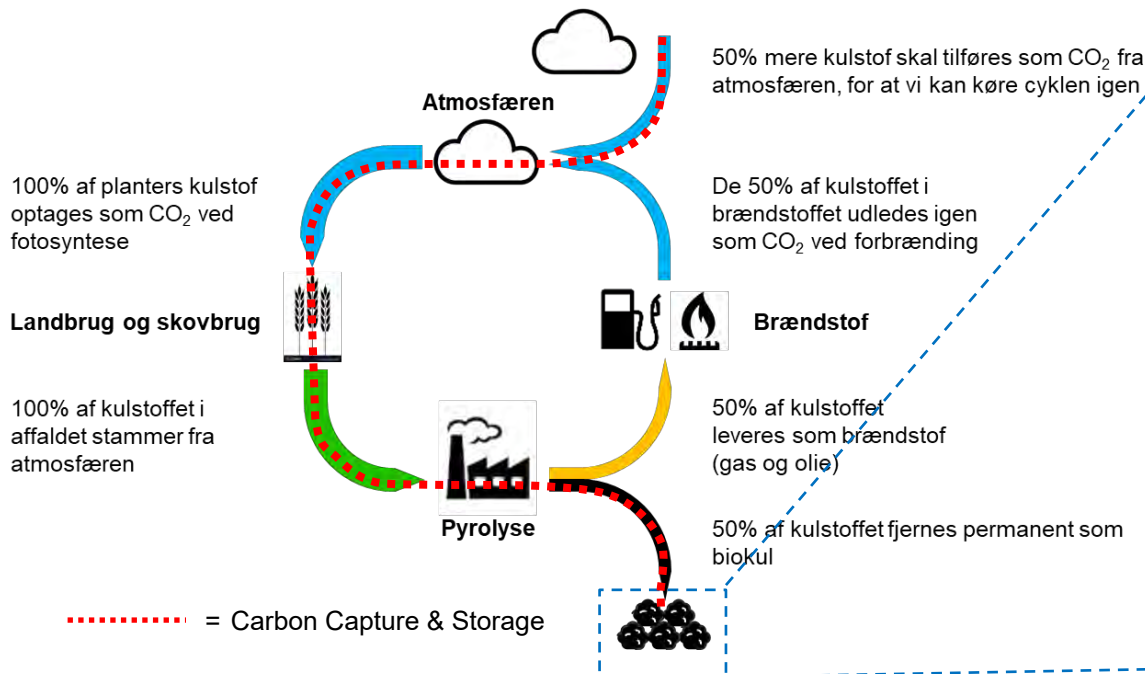
Heavy metals as given by current Danish legislation

- Heavy metals is monitored as criteria are set under the Danish Environmental Protection Act (Affald til jord bekendtgørelsen) which for now is used for biochar.
- Two sets of limit values; one on dry matter and one related to P content as legislation allows for use of phosphorous rich materials as fertilizers.

		Danish legislation: "Affald til jord bekendtgørelsen"	Limit of quantification	Biogas Residue Fibers
Lead (Pb)	g ton ⁻¹ DW	120	2	<LOQ
Pb / P	g ton ⁻¹ TP	10000		<LOQ
Cadmium (Cd)	g ton ⁻¹ DW	0.8	0.2	<LOQ
Cd / P	g ton ⁻¹ TP	100		<LOQ
Copper (Cu)	g ton ⁻¹ DW	1000	1	56
Nickel (Ni)	g ton ⁻¹ DW	30	1	16
Ni / P	g ton ⁻¹ TP	2500		2107
Mercury (Hg)	g ton ⁻¹ DW	0.8	0.07	<LOQ
Hg / P	g ton ⁻¹ TP	200		<LOQ
Zinc (Zn)	g ton ⁻¹ DW	4000	1	217
Chromium (Cr)	g ton ⁻¹ DW	100	1	27

Market and value CCS credit test with strong result

Two batches of credits sold via Carbonfuture GmbH. Net earnings for Stiesdal approx. 125eur/tCO₂e



Prisen var 160 euro per ton: Stiesdal sælger Danmarks første klimacertifikater fra biokul til schweizisk helikopterfirma

Det var en skelsættende begivenhed, da Stiesdal mandag den 3. juli solgte det første danske klimacertifikat baseret på biokul. Nu er processen i gang, og det kommer kun til at vokse fra nu af, lover firmaet.

NYHEDER | LÆS SENERE

<https://klimamonitor.dk/nyheder/art9429880/Stiesdal-s%C3%A6lger-Danmarks-f%C3%B8rste-klimacertifikater-fra-biokul-til-schweizisk-helikopterfirma>

Spreading of biochar

- 170 MT of biochar from Vrå + 54 MT straw biochar from Skive YTD
- No issues with Samson US & Bredal K spreaders and with good distribution
 - Spreading up to 18 – 24 meter with <15% variation
- §19 permits manageable based on 14 applications from 8 municipalities. Permits granted in all cases.

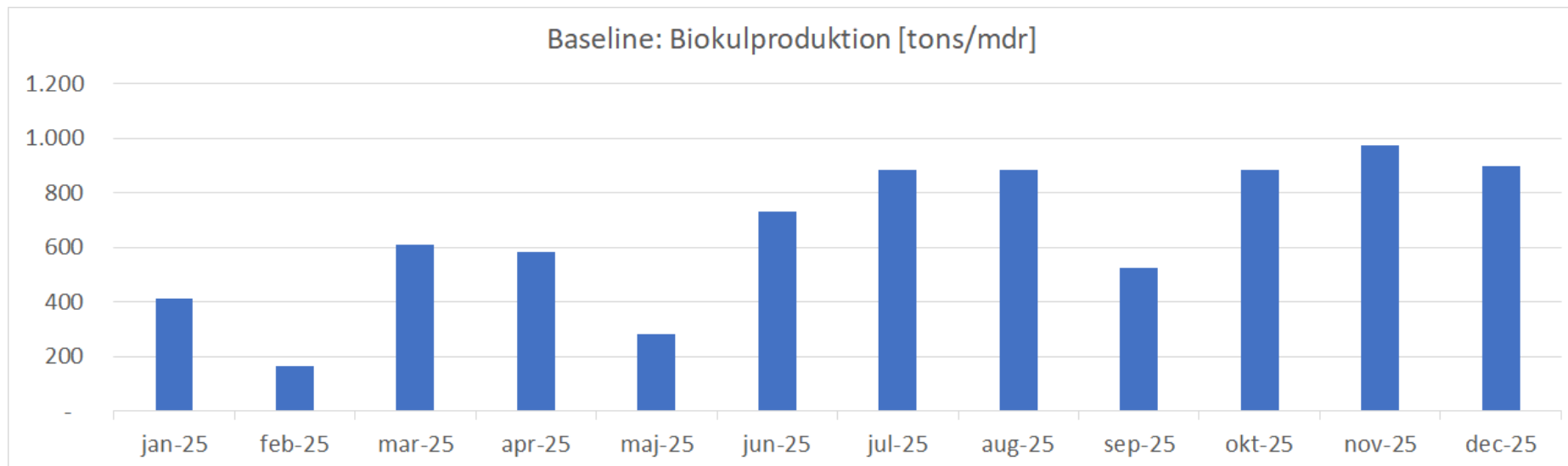


Task list & milestones going forward

Operation timeline & biochar production forecast 2025

Ramp up from infeed of 2 tons pellets/hour to 4 tons pellets/hour = ~ 8.000 tons biochar in 2025

	2023		2024				2025				2026
	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1
SkyClean Vrpå											
Commissioning & operation											
		SOP Drying & pelletizing		SOP Pyrolysis		Opening	1000h operation		2000h Operation		



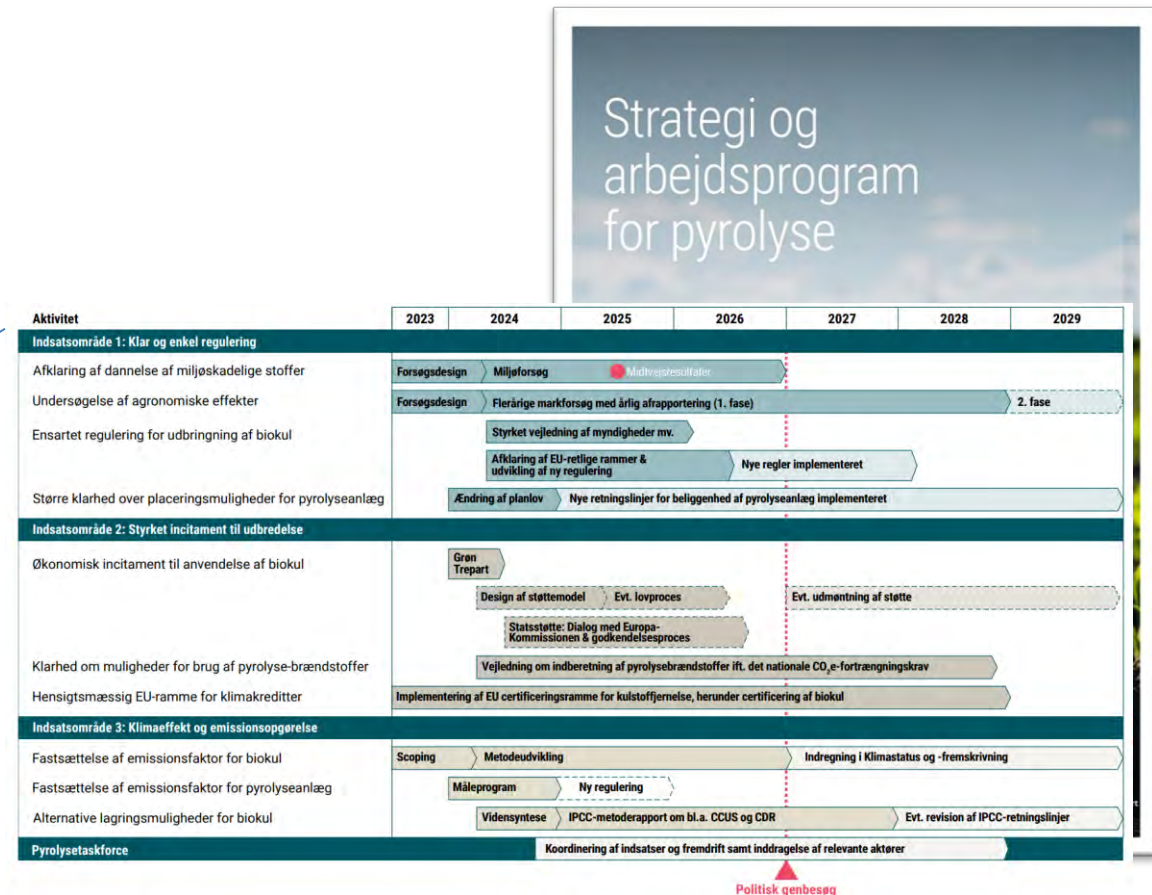
Task list going forward

Internally

1. Increase availability of plant and reduce OPEX
2. Optimization of energy consumption & biomass input Full documentation of plant and products, e.g. CE marking of biochar
3. Lessons Learned for next full-scale plant – reduce CAPEX

Externally

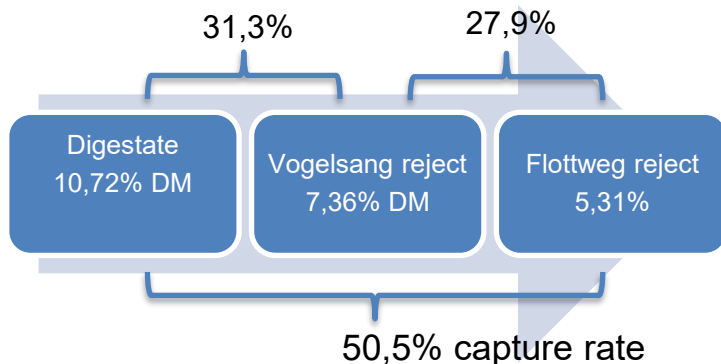
1. Regulatory framework
2. Incentives
3. Documentation of climate effects
4. Public acceptance
5. Timing



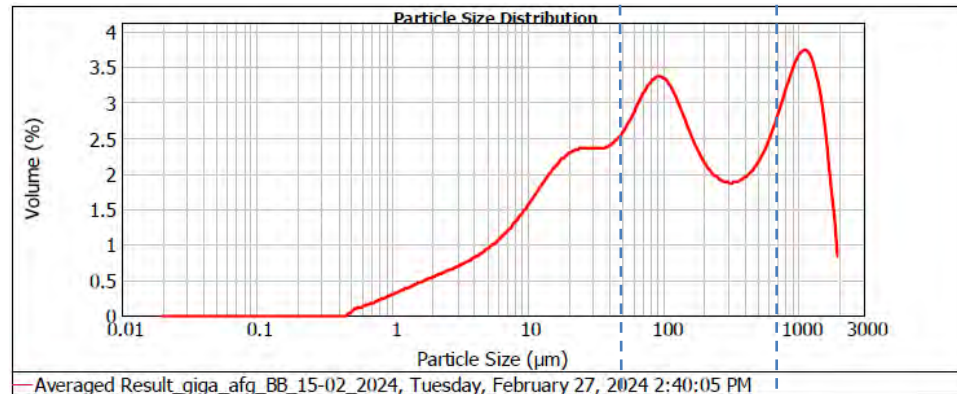
Part 2

Capture rate - hvordan maksimerer vi pyrolyseproduktionen?

- Background in Vrå
 - 100.000 m3 digestate returned to farmers with up to 10% DM
 - Objectives for SkyClean = more fiber for pyrolysis
 - Benefits for farmers from lower DM% & P in reject slurry
- Test results with Flottweg decanter (& GEA)



- VS in Flottweg fiber 68,5% of VS in Vogelsang fiber. Only 58% in GEA fibers.
- Evaporation/drying of digestate from large scale Agri Energy biogas/pyrolysis plant has been evaluated. Energy balance calculation pending to reach conclusion



3. separations-
proces:



Possible solutions:
- Flocculation
- Filtration
- Disc centrifuge or
sedicanter



2. separations-
proces: dekanter



Alternatives:
- Screw press



1. separations-
proces: skrucepresse



Thanks for your attention

Henrik Nørskov Pedersen
hnp@stiesdal.com



Kæder af teknologier

Hvordan maksimerer vi klima, miljø og økonomi?

Andreas Gravholt

06/11 2024

Innovationsfonden

SEGES
INNOVATION

LOWHIGH

”LOW emissions and HIGH energy production in manure handling chains”

- Reduktion af emissioner fra håndtering af husdyrgødning og forøgelse af energiproduktion fra husdyrgødning.



Beregningsmodel for kædeeffekter – Baggrund og formål

- Beslutningsstøtteværktøj
- Optimering af værdikæden for håndtering af husdyrgødning
 - Emissioner
 - Energiproduktion
 - Drifts-/behandlingsomkostninger

”Hvilke teknologier kan svare sig?”

Scenarieberegninger

Stald

Biogasanlæg

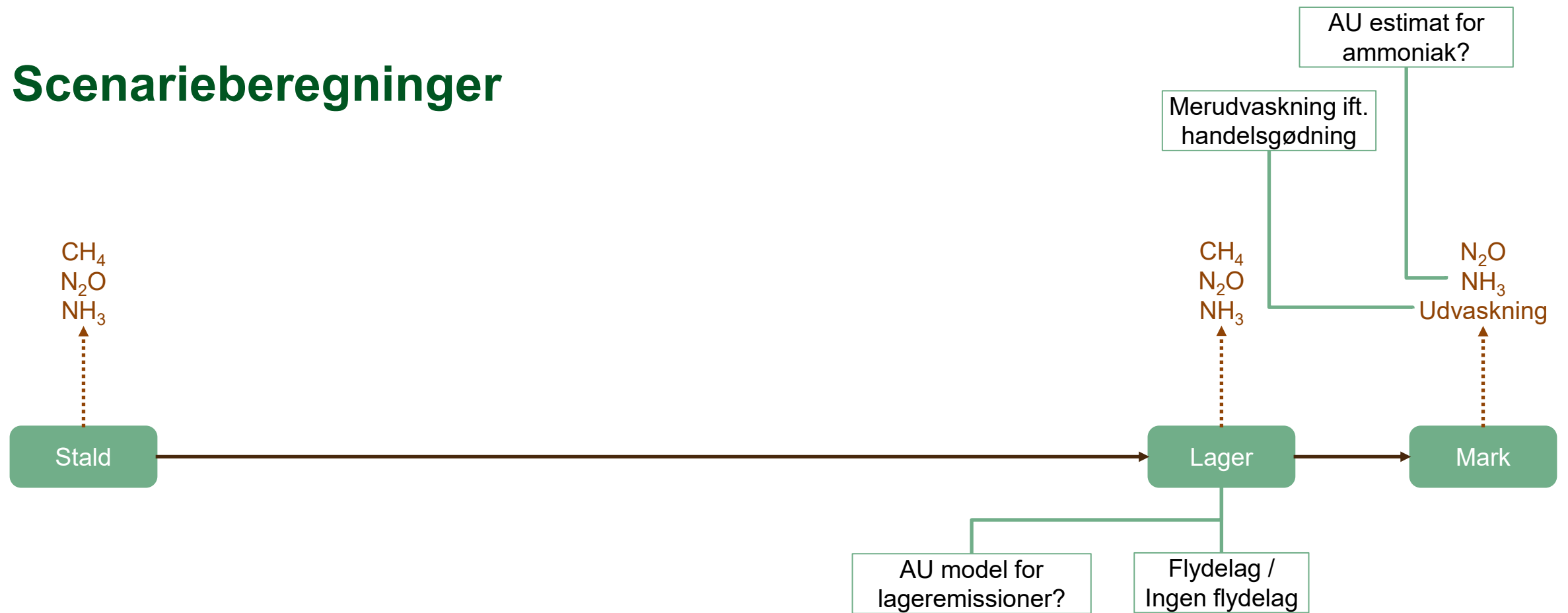
Separator

Pyrolyseanlæg

Lager

Mark

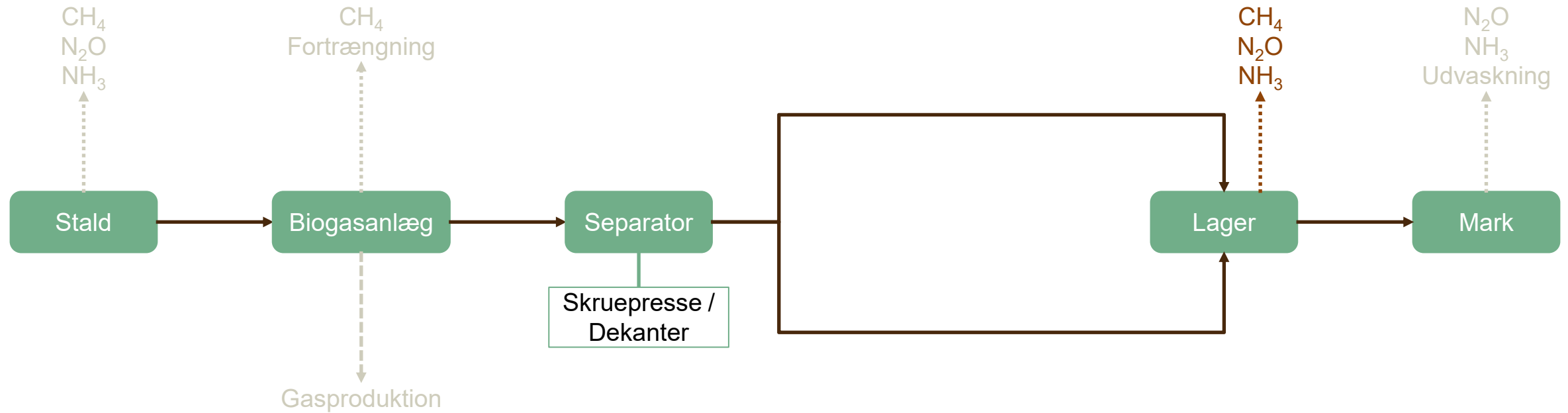
Scenarieberegninger



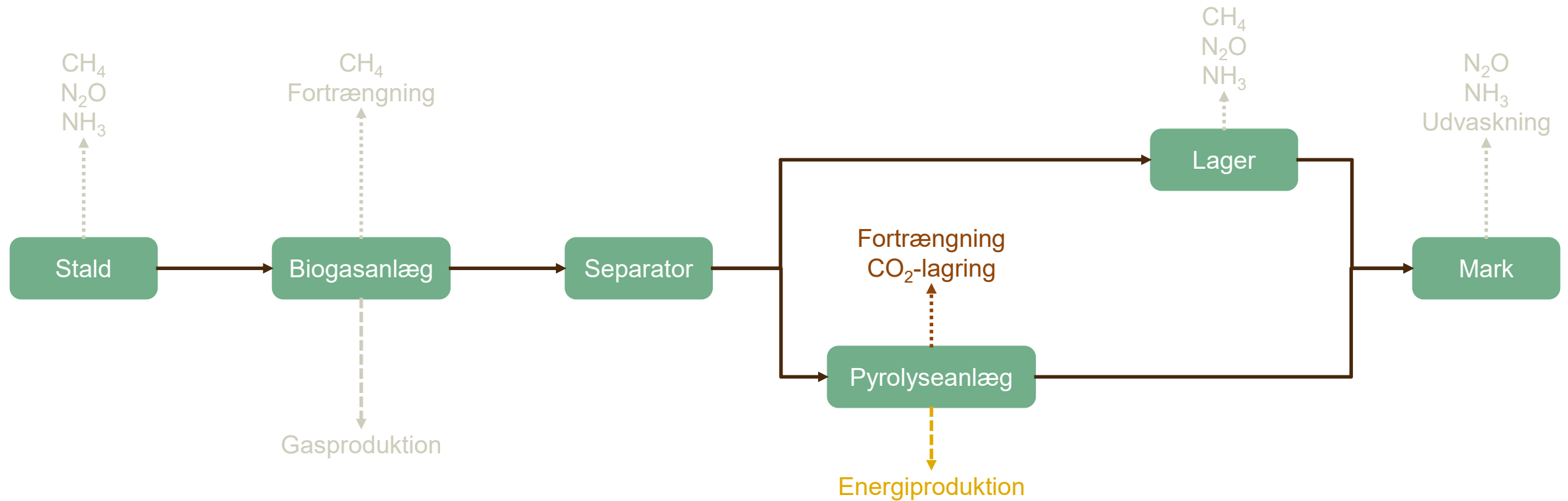
Scenarieberegninger



Scenarieberegninger

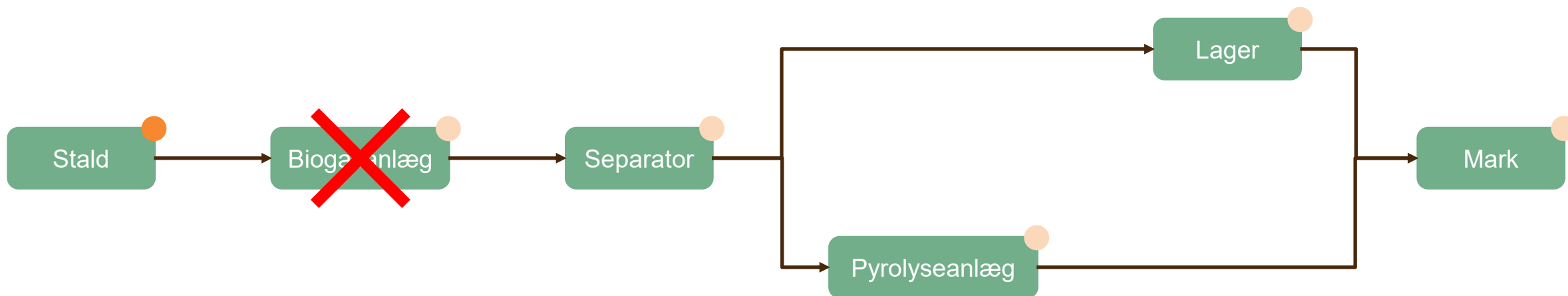


Scenarieberegninger



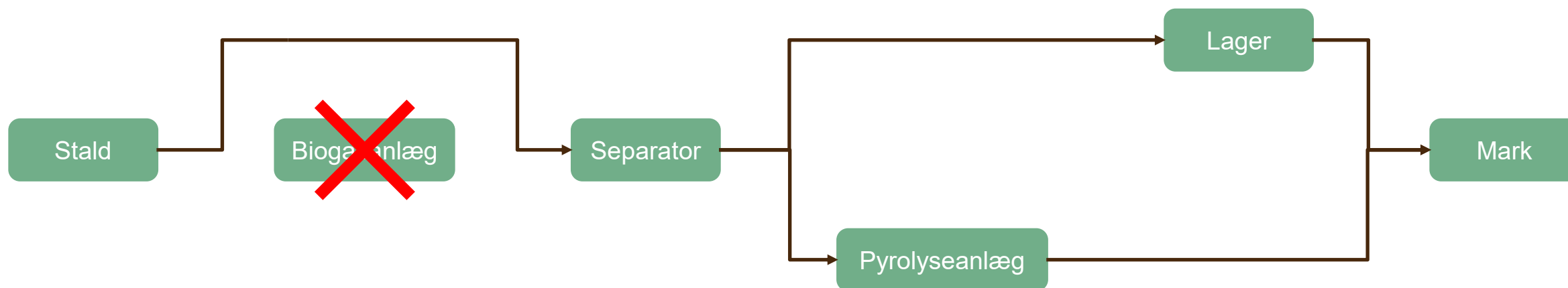
Scenarieberegninger

- Massebalanceprincip
- Fleksibilitet i teknologier



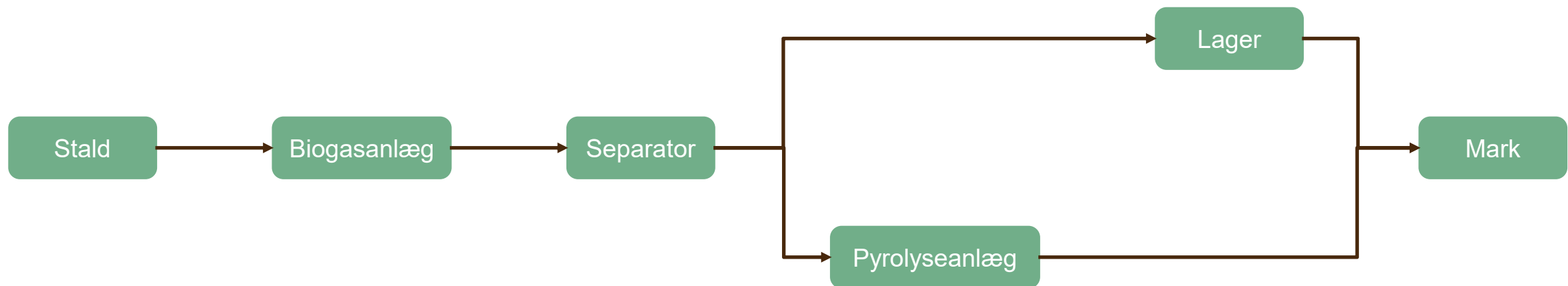
Scenarieberegninger

- Massebalanceprincip
- Fleksibilitet i teknologier



Scenarieberegninger

- Massebalanceprincip
- Fleksibilitet i teknologier



Definition af case

- 22 kg svinegylle
- 22 kg kvæggylle
- 10 kg dybstrøelse
- Fire scenarier:
 - 1 – Ingen tiltag
 - 2 – Bioforgasning
 - 3 – Separation
 - 4 – Pyrolyse

Data for biomasser:

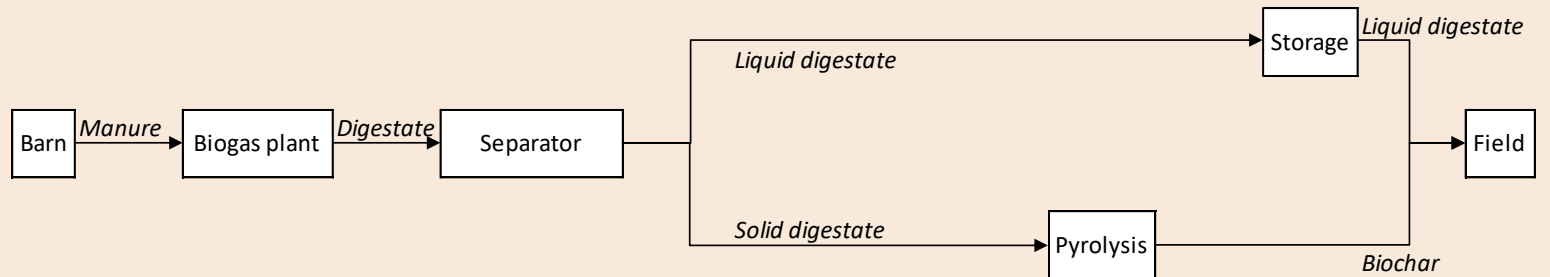
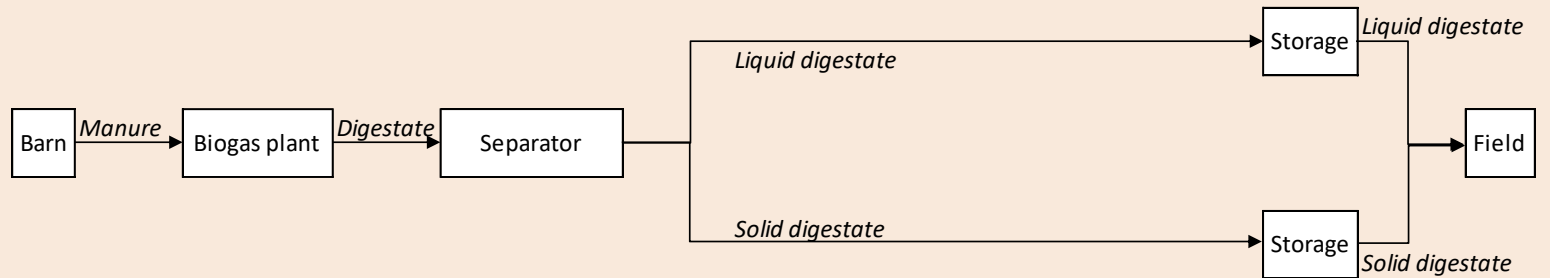
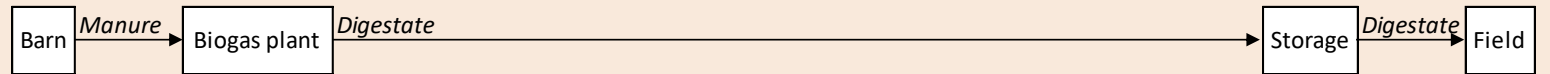
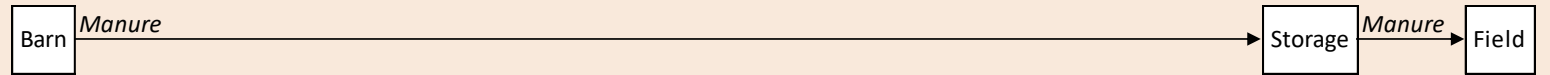
- TS
- VS
- Total-N
- Amm-N
- Total-P
- Total-K
- pH

Emissionsfaktorer

Antager worst-case
(kvæggylle)

Definition af case

- 22 kg svinegylle
- 22 kg kvæggylle
- 10 kg dybstrøelse
- Fire scenarier:
 - 1 – Ingen tiltag
 - 2 – Bioforgasning
 - 3 – Separation
 - 4 – Pyrolyse



Modellen er stadig under udvikling

Udbygning og justering sker løbende

- Specifikke tal er ikke definitive

Fokus bør være på relative forskelle

- Optimering af værdikædens sammensætning

Der er meget vi endnu ikke ved

- Kvalificerede bud
- Beregninger opdateres når vi opnår ny viden

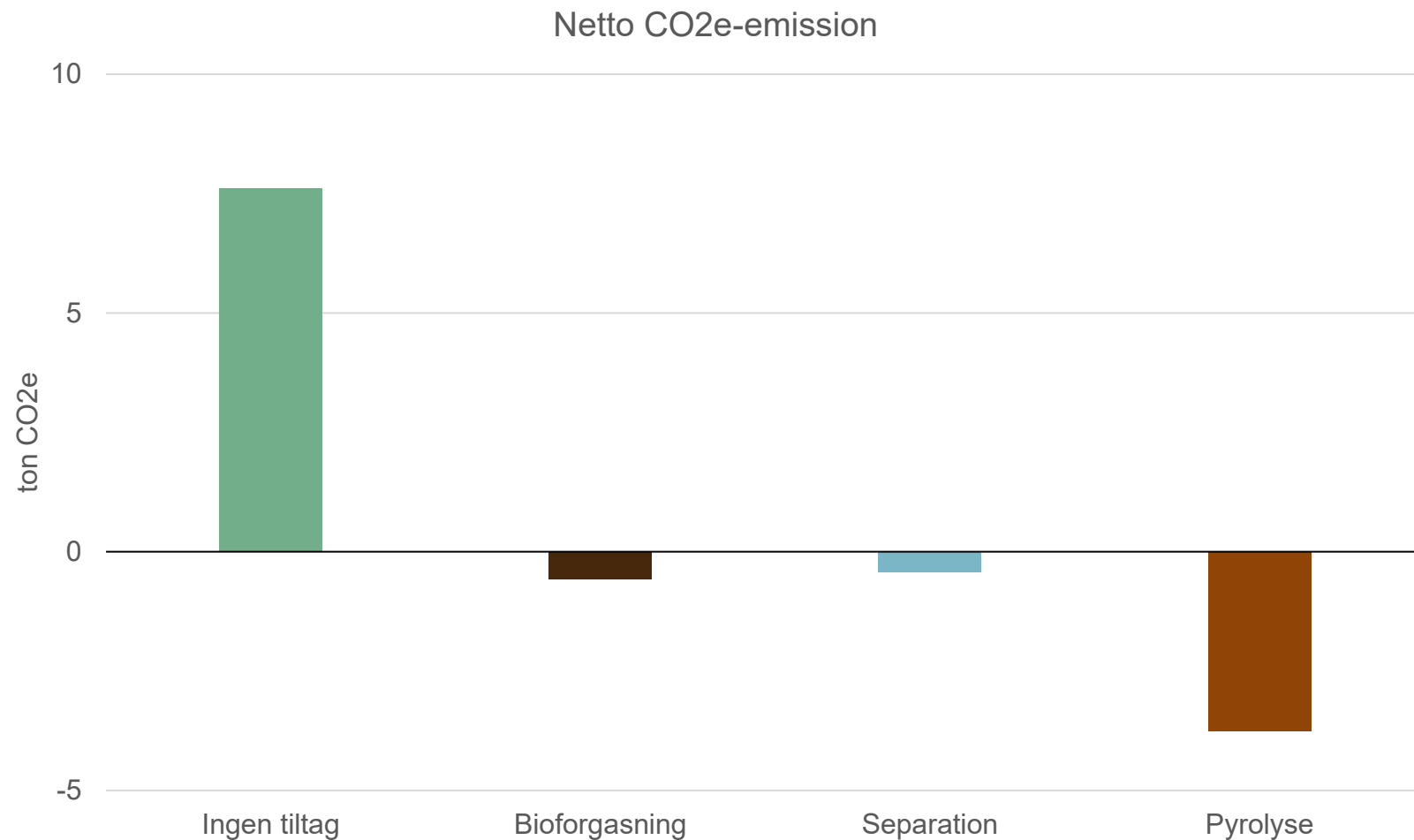


CO₂e-emission i de fire scenarier

CO₂e-emission dækker:

- Metan
- Lattergas
- Fortrængning
- CO₂-lagring

Reduktion i stald og lager
Reduktion via fortrængning
Reduktion via CO₂-lagring



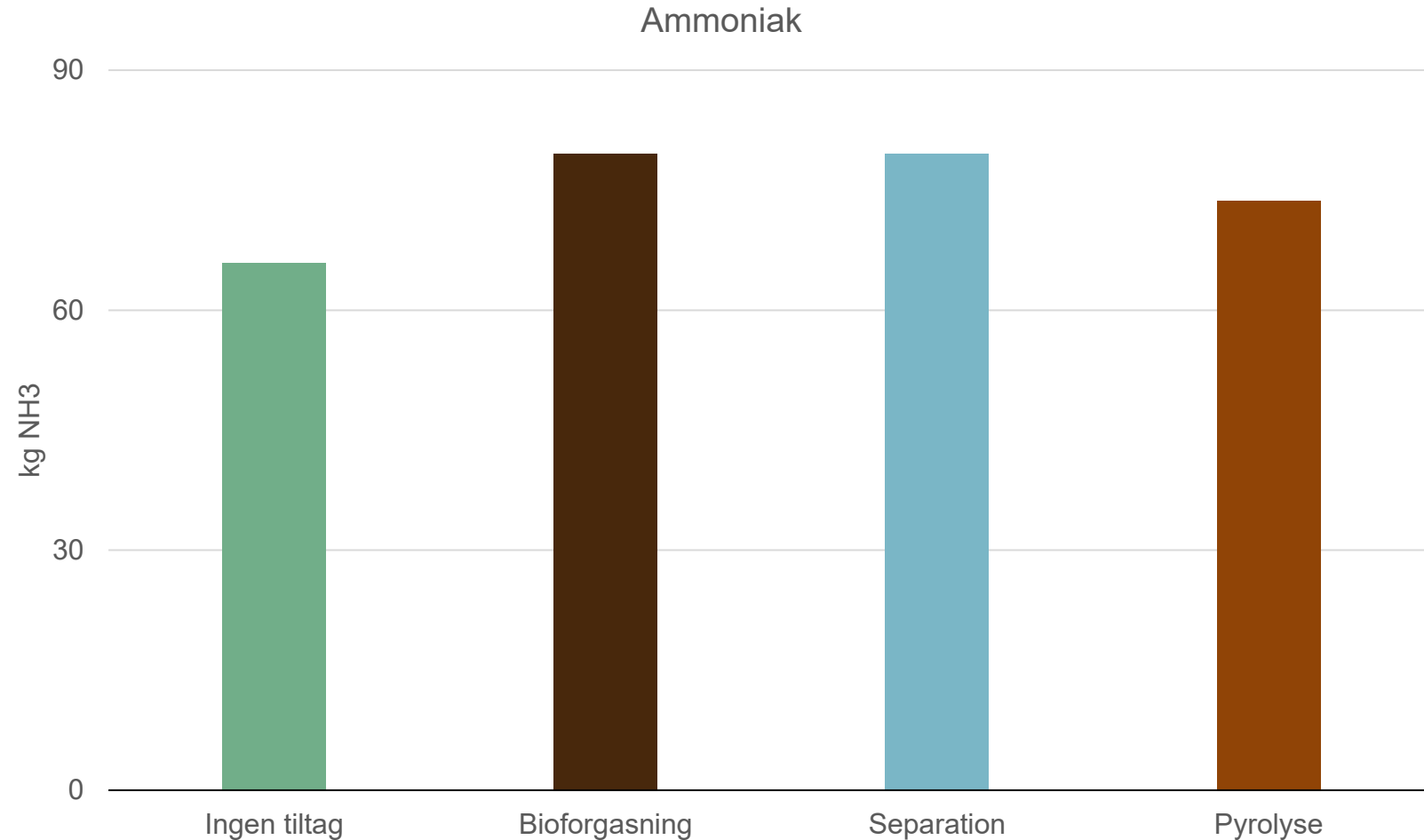
Mineralisering af Org-N giver øget ammoniak-emission

Ammoniak-emission fra:

- Stald
- Lager
- Mark

Baseret på EF for Amm-N

Pyrolysegas "fanger" NH_3



Udvaskning fra marken

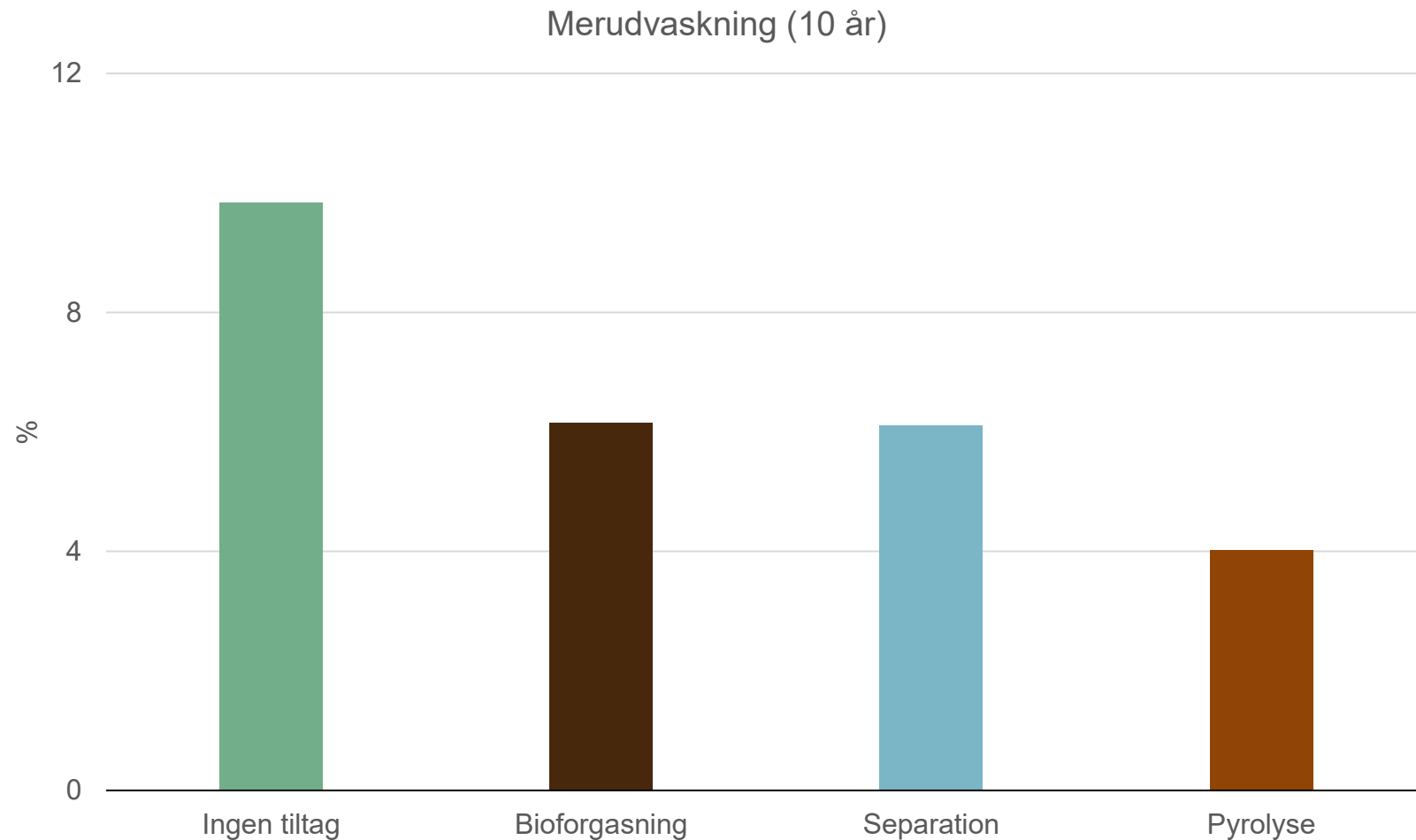
Merudvaskning

- Ift. handelsgødning
- 10-årigt perspektiv

Udregnet af Leif Knudsen

- Baseret på AUs Klimavirkemiddelrapport

N i biokul er immobiliseret



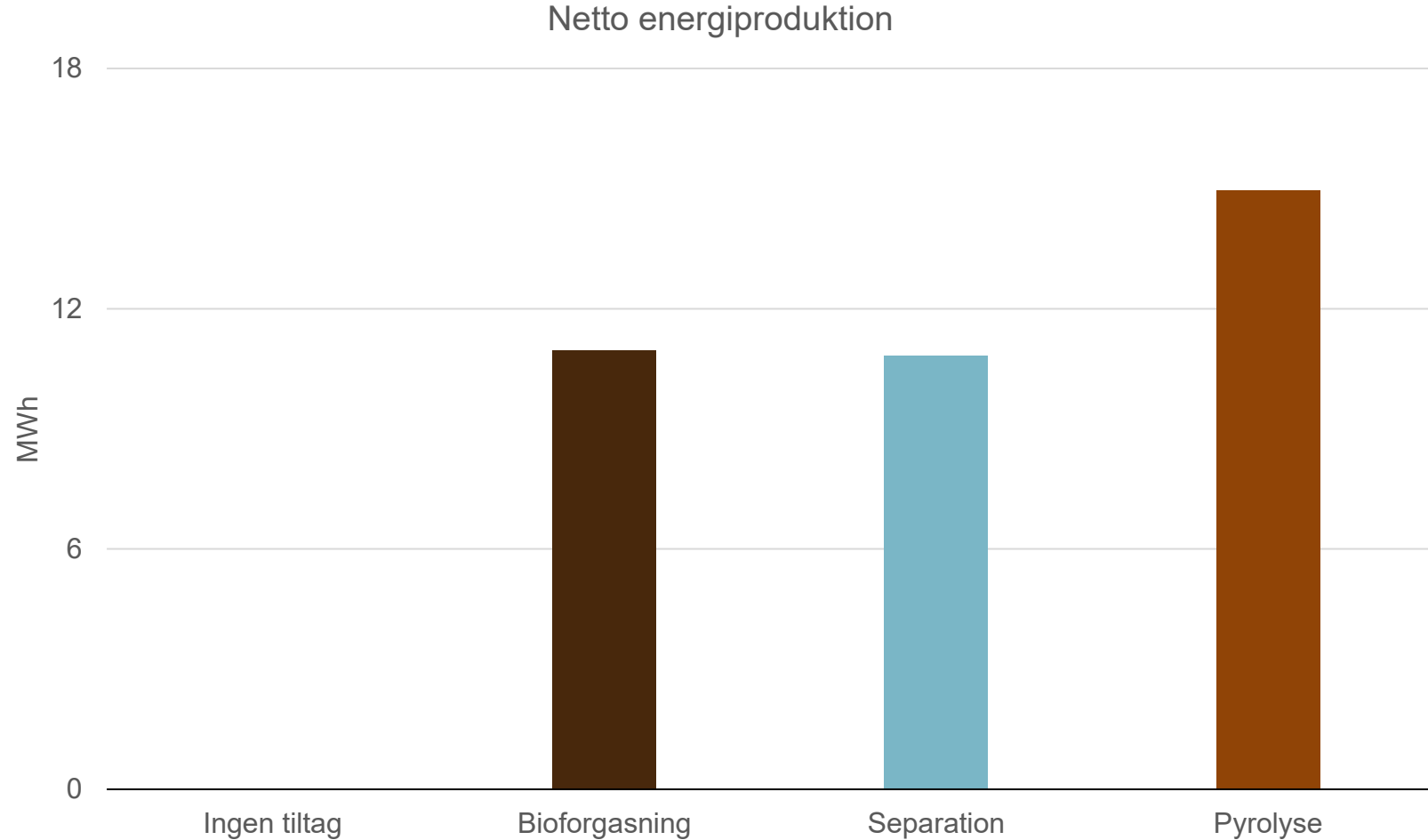
Energiproduktion i værdikæden

Energiforbrug

- Biogasproduktion
- Biogasopgradering
- Separator
- Tørring af fibre
- Pelletering af fibre

Energiindhold

- Biometan
- Pyrolyseolie og -gas



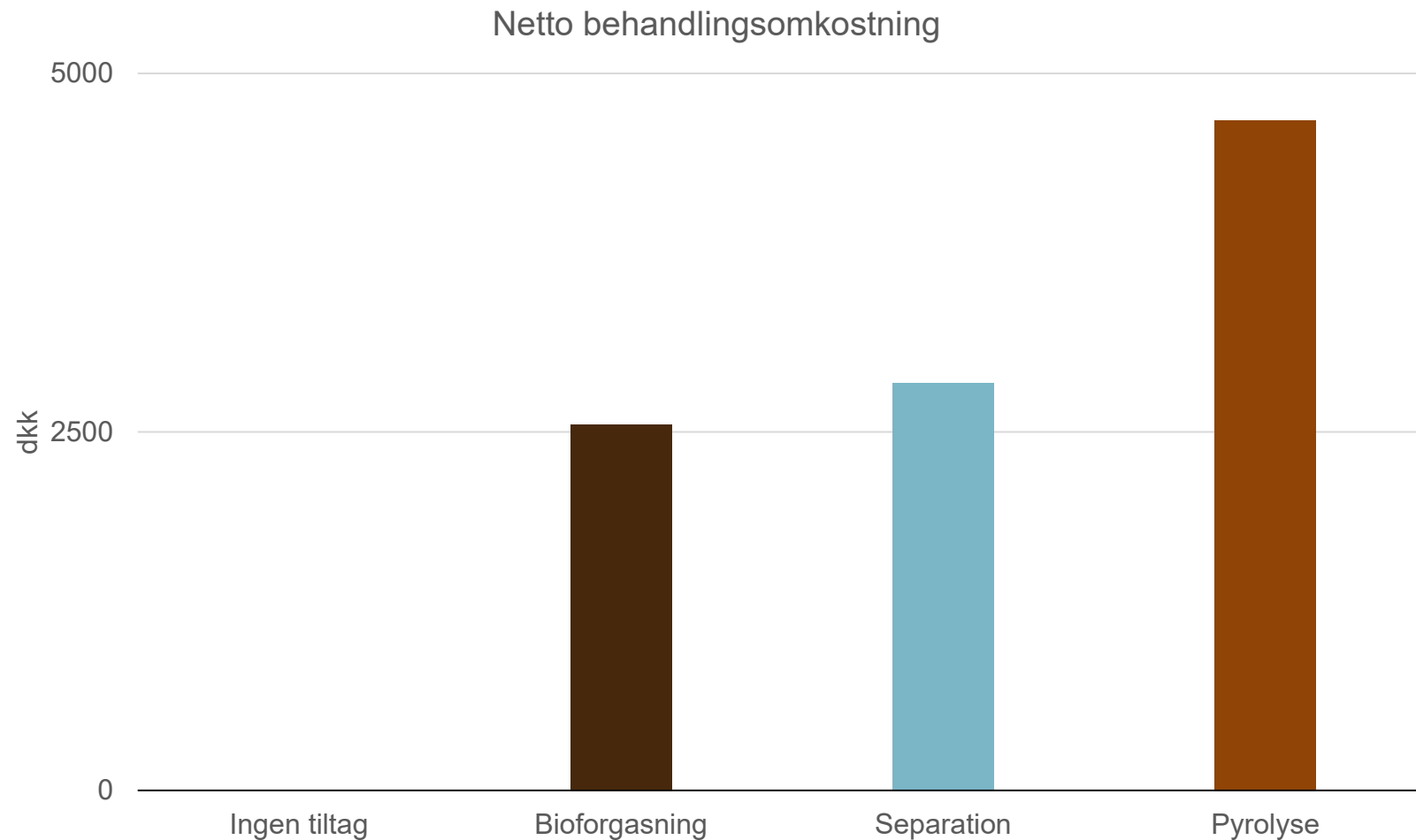
Behandlingsomkostninger

Driftsomkostninger:

- Biogasanlæg
- Afg. biomasse-transport
- Separator
- Pyrolyseanlæg
- Biokul-transport
- Handelsgødning (indkøb)

Inkluderer (i øjeblikket) *ikke*:

- Investeringsomkostninger
- Indtjening



Behandlingsomkostninger kontra CO₂e-besparelse

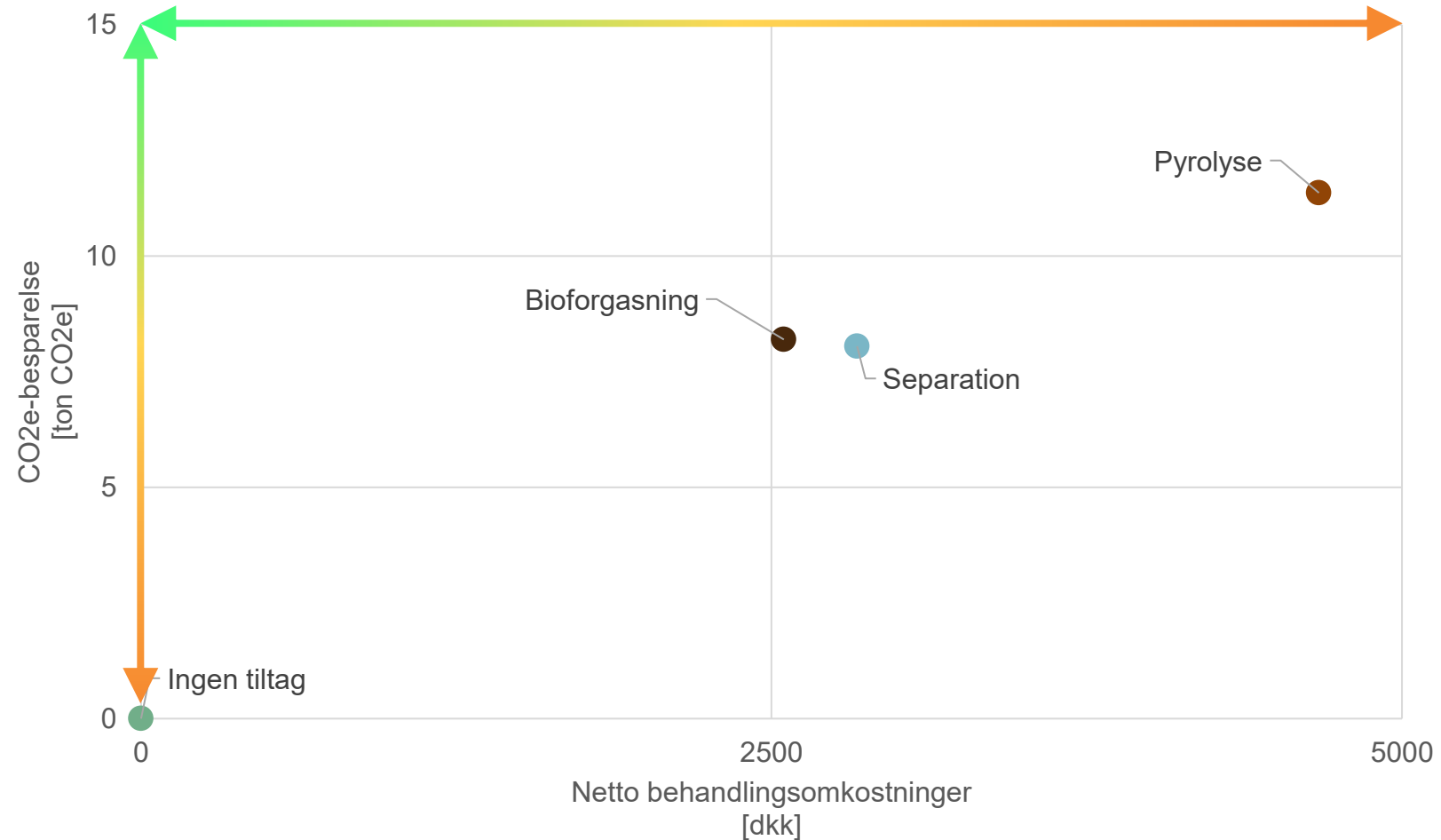
Behandlingsomkostninger

- Forbehold jf. forrige slide

CO₂e-besparelse

- Ift. "Ingen tiltag"

Scenarier ≠ Teknologier



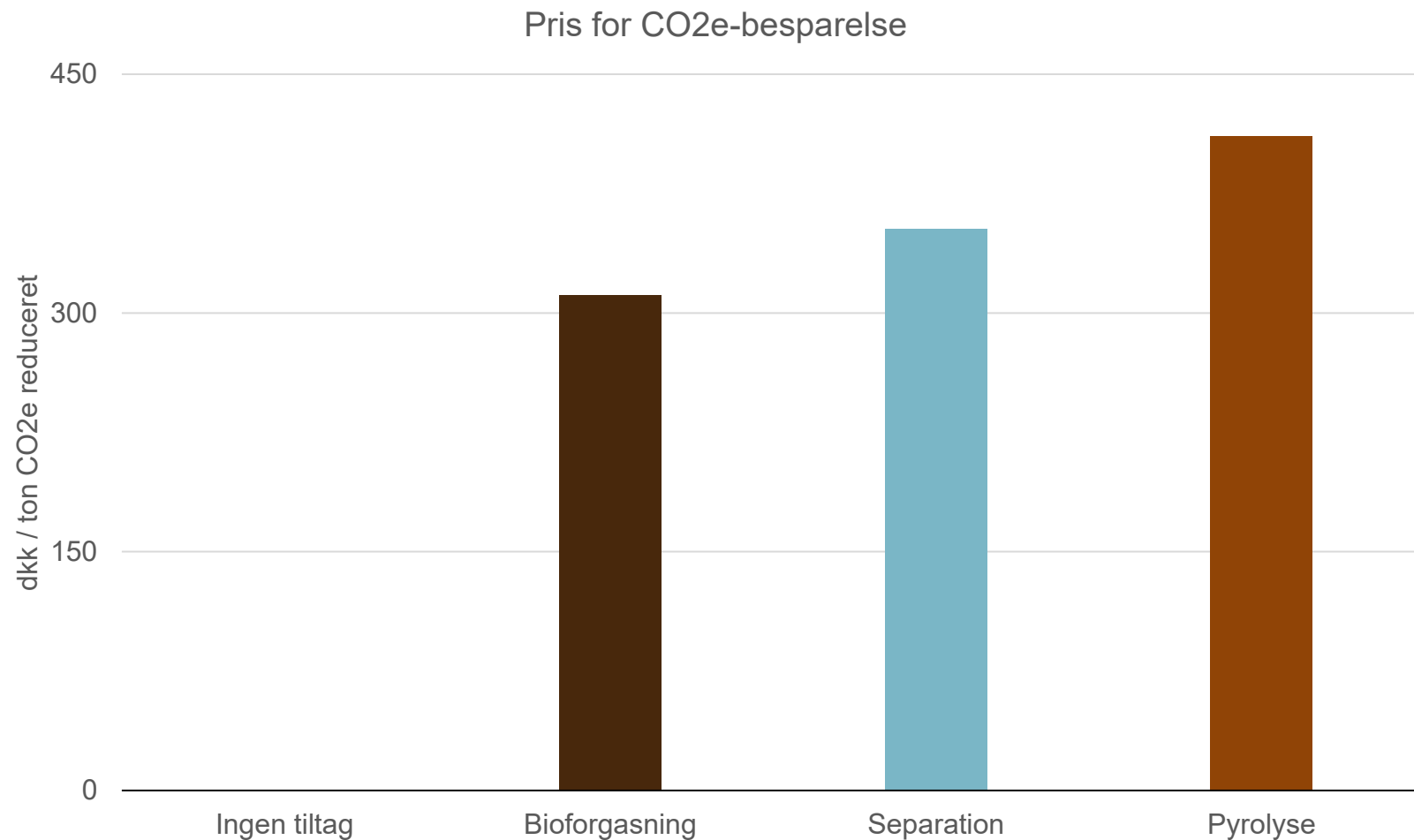
Sammenligning af scenarier

Mest "smæk for skillingen"

- Bioforgasning-scenarie

...Men:

- Forbehold jf. forrige slides
- Pyrolyse-scenarie opnår stadig en højere CO2e-besparelse
- "Aftagende afkast"



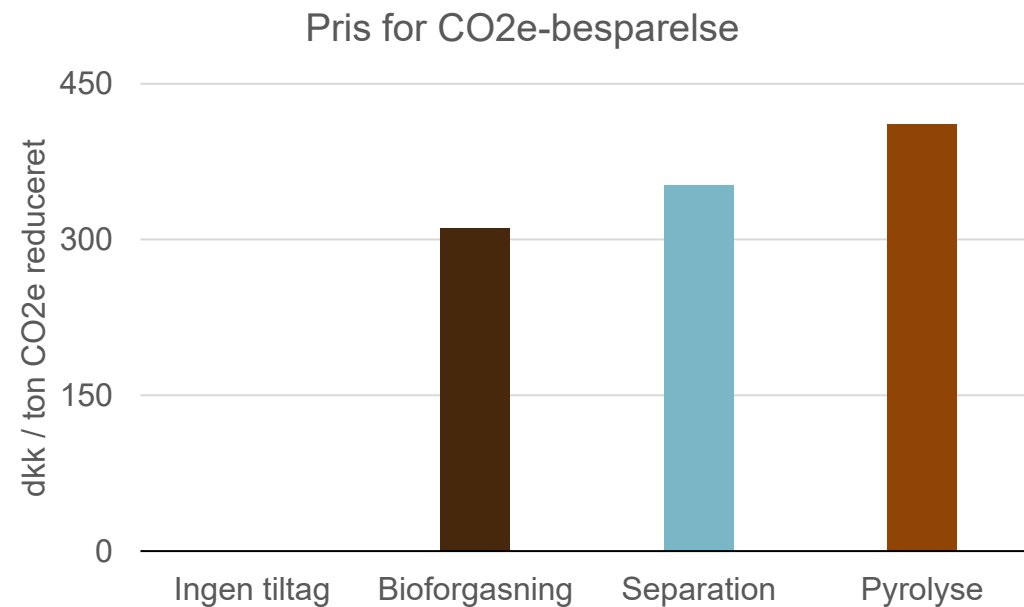
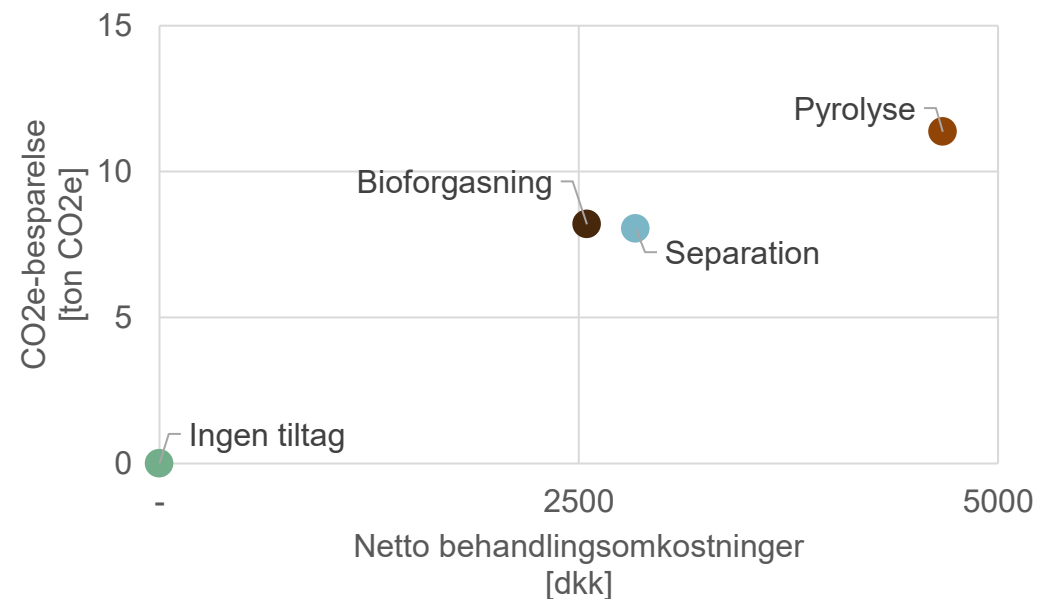
Opsamling

Modellen er stadig under udvikling

- Økonomi-tal er ikke endelige
- Emissionsberegninger justeres løbende

Sammenligningsgrundlag for teknologikæder

- Vurdering af relative effekter
- Inkorporering af nye teknologier
- *"Hvilke teknologier kan svare sig?"*



TAK for opmærksomheden



ALFA

UNLOCKING THE BIOGAS POTENTIAL
OF LIVESTOCK FARMING

“Scaling up the market uptake of Renewable Energy Systems by
unlocking the biogas potential of Agriculture and Livestock
Farming”

GA 101075659

Præsentation af ALFA projektet

Michael Støckler

Food and Bio Cluster Denmark

06. November 2024



PARTNERS



Hvad er problemet?

På trods af tilgængeligheden af relevante teknologier og deres kommercielle modenhed har Europa endnu ikke fuldt ud udnyttet det lovende potentiale ved at udnytte de enorme mængder husdyrgødning, der er til rådighed til produktion af biogas og biomethan, og som har potentiale til at blive fordoblet inden 2030.

Hvorfor?

- Lav social accept og bevidsthed
- (Utilstrækkelig teknisk viden og færdigheder)
- Finansielle og lovgivningsmæssige hindringer

Hvordan kan vi støtte aktører i landdistrikterne i at indføre og implementere biogassystemer i husdyrbrug?

Om projektet

Oversigt: ALFA søger at støtte markedsudbredelsen af biogasproduktion, der bruger husdyrgødning som biomasse, hvilket hjælper med at øge andelen af vedvarende energi i EU og hjælper med at reducere emissioner fra ubehandlet husdyrgødning.

Vigtigste funktioner:

- Levering af både forretningsmæssige og tekniske supporttjenester til husdyrproducenter og biogasanlægsejere
- Seminarer og webinarer til støtte for udbredelsen af biogas
- Udvikling af digitale værktøjer til at lette samarbejde og vidensudveksling om biogas
- Udvikling af en replikeringsvejledning, der giver indsigt i justering og implementering af ALFA-målinger i forskellige sammenhænge

ALFA-konsortiet

10 partnere, 7 lande



Mød vores hubs

ALFA-konsortiet 10 partnere, 7 lande

6 regionale Hubs

- Greece (Q-PLAN)
- Italy (APRE)
- Belgium (White Research (WR))
- Slovakia (PEDAL)
- Denmark (Food and Bio-Cluster (FBCD))
- Spain (Sustainable Innovations (SIE))



Hvad vi tilbyder



**Business Support
Services**



**Teknisk support og
rådgivning**

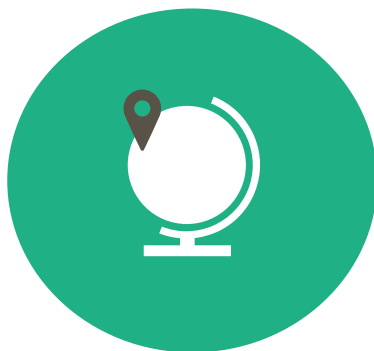


**Seminarer, webinarer
og
oplysningskampagner**

Hvad vi tilbyder



Et beslutningsstøtte
værktøj, der estimerer
rentabiliteten og
fordelene ved
biogasløsninger for hver
husdyrbrug baseret på
faktiske bedriftsdata.



Et atlaskort
Det vil illustrere
vellykkede
biogassystemer på
husdyrbrug og anden
geografisk
information om
biogas.



Et videnscenter
der vil give adgang til
markedsdata og værktøjer
til mainstreaming af
biogas.



Et biogasforum
der vil fungere som en
platform for udveksling
af idéer og støtte til
landbrugere og
interessenter.

Tilgængelig på nationale sprog

Successful cases



Gårdens navn: Thorsen Biogas
Gårdens beliggenhed: Nimtofte
Anvendte råmaterialer: Gyllegylle, dybstrøelse, ensilagehalm, ensilagegræs og glycerin.
Investeringsomkostninger: 2 mio. €
Vigtigste implementeringsrådgivning: I forhold til implementering er det nødvendigt at have gode råd både på den tekniske side og på den officielle proces, når man etablerer et anlæg, og en af de vigtigste faktorer er sikring af biomassegrundlaget.



Gårdens navn: Madsen Bioenergi
Gårdens beliggenhed: Spøttrup
Anvendte råmaterialer: Gødning og strøelse
Investeringsomkostninger: 8,7 mio. €
Vigtigste implementeringsrådgivning: Kommunernes hjælp er central, da der var en meget omfattende sagsbehandling i forbindelse med etableringen af et biogasanlæg, og det tager lang tid.



Gårdens navn: I/S Kuhr Hedegaard
Gårdens beliggenhed: Rødkærsbro
Anvendte råmaterialer: Gødning, dybstrøelse, ost, sæbe, mel og glycerin.
Investeringsomkostninger: 4,9 mio. €
Vigtigste råd om implementering: Denne gård har et af de få anlæg, der sælger biogas til et stort mejerifirma, som bruger det i en motorinstallation. Strømmen sælges til elnettet, og varmen bruges dels på mejeriet og dels til fjernvarmeforsyning af boliger i byen.

Typer af supporttjenester

ALFA-konsortiet yder bistand til lovende projekter gennem et open call-program, både til førstegangsgennemførelse og forbedrings-/udvidelsesprojekter.

Teknisk support

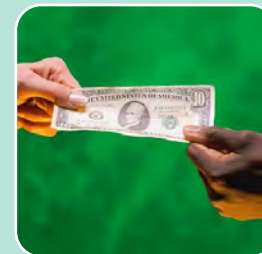


Erhvervsmæssig og
finansiell støtte



Typer af supporttjenester

Tekniske supporttjenester



Konceptdesign og
udvikling af
biogasanlæg

1

Vurdering af
biogaspotentiale
baseret på foreløbige
beregninger

2

Energi- og
miljøanalyser, der
vurderer energi- og
klimaaftrykket
gennem hele
livscyklussen

3

Rådgivning om
implementering og
overvågning af
biogasløsninger

4

Teknisk katalog:
Rensning og
opgradering af biogas

5

Teknisk støtte til
landbrugere i
forbindelse med
evaluering og
sammenligning af
anlægsleverandørers
tilbud

6

Landmand til
landmand support

7

Typer af supporttjenester

Erhvervs- og finansielle støttetjenester



**Markeds
undersøger**



**Forretnings
modellering
og
planlægning**



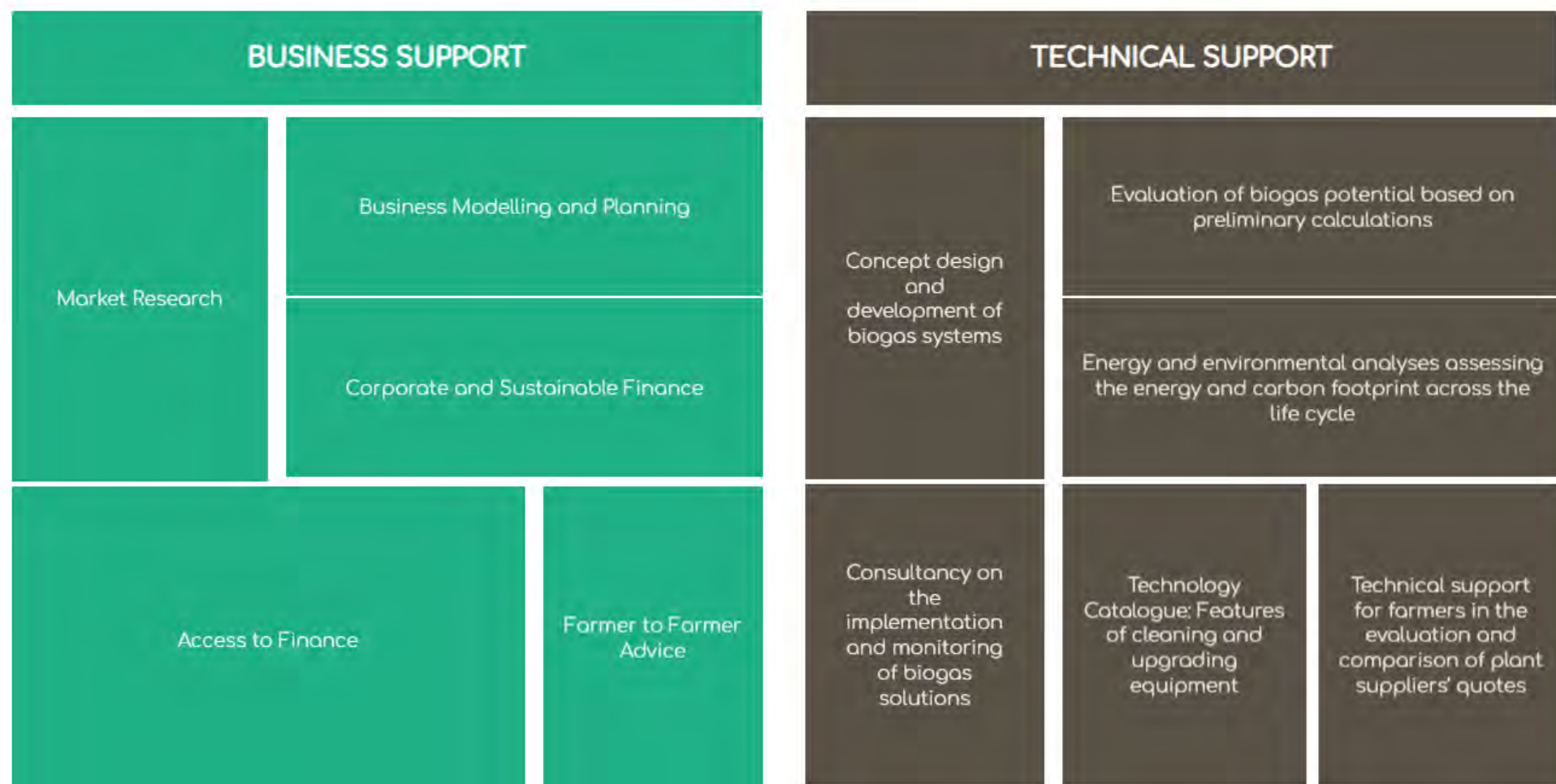
**Adgang til
finansierings
støtte**



**Virksomheds
finansiering
og
bæredygtig
finansiering**

Dansk version på dette link: <https://alfaep.eu/open-call-dn/>

Services Portfolio



Typer af supporttjenester (SS)

Tekniske supporttjenester

1

Konceptdesign og udvikling
af biogasanlæg



Det konceptuelle design omfatter kritiske aspekter af biogasproduktion såsom bestemmelse af anlæggets størrelse og design samt valg af passende teknologiske løsninger.

2

Vurdering af
biogaspotentiale baseret
på foreløbige beregninger



Udvælgelse af egnede sammensætning af substrater, der vil give et højt biogasudbytte gennem anvendelsen af foreløbige beregninger. Biogasudbytte bør tages i betragtning, da det i høj grad er forbundet med biogasproduktivitet.

3

Energi- og miljøanalyser, der
vurderer energi- og
klimaaftrykket gennem hele
livscyklussen



Evaluerings af miljøpåvirkningerne fra biogasproduktion gennem livscyklusanalyse. LCA vil bidrage til identifikation af de mest miljøskadelige stadier og undersøge scenarier i forhold til forskellige kritiske parametre, såsom udnyttelse af forskellige råvaretyper med hensyn til miljøaspekter.

Typer af supporttjenester (SS)

Tekniske supporttjenester

4

Rådgivning om implementering og overvågning af biogasløsninger



Bidrag til overvågning af biogasanlæg og til organisering af effektiv drift. Interaktion med de samarbejdende landmænd for at fjerne potentielle bekymringer og forhindringer

5

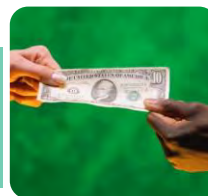
Teknisk katalog: Rensning og opgradering af biogas



Katalog over de tekniske muligheder der findes for at rense biogassen eller opgradere den til biometan

6

Teknisk støtte til landbrugere i forbindelse med evaluering og sammenligning af leverandørers tilbud



Teknisk support til landmænd, der ønsker at implementere systemet og allerede har modtaget tilbud (f.eks. tilbud) fra teknologiproducenter, men som ikke har ekspertisen til at vælge den bedste løsning.

7

Landmand til landmand support



Landmand til landmand rådgivning om planlægning af et biogasprojekt. Erfarne landmænd deler deres ekspertise og erfaringer med planlægning og opførelse af et biogasanlæg.

Typer af supporttjenester (SS)

Erhvervs- og finansielle støttetjenester

Markedsundersøgelse



Markedsanalyse efterfølgende: 1) Identifikation af målmarked, 2) analyse af eksternt miljø (PESTLE), 3) markedsoversigt (kvantificering, tendenser, konkurrenceanalyse) og 4) markedstiltrækningskraft (Porters 5 kræfter)

Forretningsmodellering og planlægning



Forretningsmodel skræddersyet til deltagernes behov og særlige forhold, værdisætning af digestatet og potentielle samarbejdsordninger med andre interessenter i biogasforretningen

Adgang til finansieringsstøtte



Identifikation af europæiske, regionale og nationale finansieringsmuligheder for implementering af biogasteknologier i husdyrbrug med trinvisse anvisninger på, hvordan man sikrer det.

Virksomhedsfinansiering og bæredygtig finansiering



Vurdering af rentabiliteten af den potentielle investering for at implementere/forbedre et biogassystem (IRR, ROI, NPV, CapEx, OpEx, etc.).



ÅBEN ANSØGNING

Støtte til biogasprojekter inden for husdyrsektoren

Start her

Åben ansøgning

ALFA tilbyder gratis skråddersyet støtte til biogasprojekter inden for landbrug med husdyrproduktion, herunder forretnings- og teknisk bistand, mentorskab, netværksmuligheder og kapacitetsopbyggende aktiviteter.

ALFA projektet sigter mod at fremskynde udbygningen af biogasløsninger ved aktivt at støtte over 50 projekter i implementeringen af biogassystemer ved at udbyde tjenesteydelser. De tilbudte tjenester udbydes i to omgange for at opnå en omfattende og indflydelsesrig indsats. Vi er glade for at kunne meddele, at den anden åbne ansøgningsrunde netop er blevet lanceret. Hvis du er interesseret i biogasløsninger inden for anvendelsen af husdyrgødning, må du ikke gå glip af muligheden for at ansøge! Åben indtil den 17 Jan, 2025 kl. 17:00 CET!

Udfold muligheder med vores tilbud

Bidrag til biogas udviklingen inden for husdyrsektoren: To runder med udbud af gratis forretnings- og teknisk support

Hvem kan ansøge

Landmænd inden for husdyr sektoren med biogasanlæg, der ønsker at forbedre et eksisterende biogassystem

Landmænd inden for husdyr sektoren uden biogasanlæg, der ønsker at installere et biogassystem (som er investeringsparathed)

Biogasanlæg, der bruger husdyrgødning blandt andre typer af biomasse sødrgødning

Landbrugsforeninger, der ønsker at installere eller forbedre det nuværende biogassystem

Energifællesskab, der ønsker at installere/forbedre biogas systemet ved brug af husdyrgødning blandt andre biomasser

Interessenter, der er villige til at investere i