

# FODERMIDLER OG -BLANDINGERS BIDRAG TIL METAN FRA SLAGTEGRISE OG SØER

Uffe Pinholt Krogh og Per Tybirk

SEGES Innovation P/S

STØTTET AF

**Svine**afgiftsfonden

---

## Hovedkonklusion

Foderets indhold af fermenterbare fibre er korreleret til enterisk metanproduktion, mens indholdet af ufordøjeligt organisk stof er basis for beregning af metanproduktion fra stalde og lagre. Den enteriske metanproduktion udgør i gennemsnit henholdsvis kun ca. 4 % og ca. 8 % af foderblandingernes klimaaftryk for slagtegrise- og sofoder. Den enteriske metanproduktion beregnet ud fra foderets indhold af fermenterbare fibre udgør henholdsvis ca. 0,3 % og 0,6-0,7 % af foderets indhold af bruttoenergi for gennemsnitligt slagtegrise- og sofoder.

---

## Sammendrag

Dyrkning og produktion af foder udgør omkring to tredjedele af grisekødets klimaaftryk. Valg af fodermidler har derfor en direkte indvirkning på klimaaftrykket. Derudover er enterisk metan og metan fra stald og lager centrale kilder til grisens klimaaftryk, som påvirkes af foderets sammensætning. Det er derfor relevant at kunne beskrive i hvor høj grad, fodermiddelvalg påvirker mængden af enterisk metan og metan fra stald og lager.

I dette notat er der beskrevet en metode til at beregne de enkelte fodermidlers bidrag til enterisk metan og metan fra stald og lager ud fra publicerede regnemodeller for foderblandinger samt tabelværdier for fodermidlernes indhold af næringsstoffer og disses fordøjeligheder. Der er herefter beregnet metanbidrag for såvel typiske foderblandinger som blandinger med alternative fodermidler som raps og hestebønner – og med roepiller i sofoderet.

Klimaaftrykket forbundet med dyrkning og produktion af foder, enterisk metan, og metan fra stalde og lagre er beregnet til at udgøre henholdsvis 77 %, 4 %, og 19 % hos slagtegrise fodret med en landgennemsnitlig foderblanding. Den tilsvarende fordeling er 75 %, 8 %, og 17 % hos søer. Forskellen afspejler forskel i næringsstoffordøjeligheder og enterisk metandannelse mellem slagtegrise og søer.

I praksis vil ændringer i fodersammensætningen kun have marginal betydning for den enteriske metanproduktions bidrag til klimaaftrykket i slagtegrise- og sofoder, mens den enteriske metanproduktion kan udgøre op til 15-20 % af det samlede foderbetingede klimaaftryk for sofoderblandinger med højt indhold af roepiller.

Det enteriske metanbidrag udgør kun ca. 0,3 % henholdsvis 0,6-0,7 % af bruttoenergiindholdet i typisk slagtegrise- og sofoder, afhængig af, hvilket tal for bruttoenergi, der sammenlignes med. Beregning af foderets bruttoenergiindhold i typisk dansk foder anno 2023 viser, at det kun er ca. 86 % af de bruttoenergi-værdier, som anvendes i den nationale emissionsopgørelse. Dette har betydning for beregningen af det enteriske metanbidrag, hvis det udtrykkes i forhold til foderets bruttoenergiindhold. I den nationale opgørelse regnes med, at metanbidraget udgør 0,6 % af bruttoenergi for al grise- og soefoder, hvor der anvendes høje værdier for bruttoenergi.

Ud fra de fundne sammenhænge mellem fermenterbare fibre og fermenterbare kulhydrater, vil det være muligt at bruge danske tabelværdier for fodermidlers indhold af fermenterbare kulhydrater til slagtegrise (FMK) og søer (FMKso) til at beregne det enteriske metanbidrag fra fodermidler og foderblandinger med ligning 8 og 9 i dette notat.

Endeligt skal bemærkes, at der er betydelig usikkerhed på estimer for metanproduktion fra stalde og lagre, da dette afhænger af temperaturer, staldudformning og håndtering af gylle mm. I nærværende notat er brugt de samme tal, som i den nationale emissionsopgørelse, nemlig 0,04 kg metan pr. kg organisk stof i gylle.

## Baggrund

Klimaaftrykket forbundet med griseproduktion opgøres ofte på to forskellige måder, nemlig som effekt på Danmarks klimaaftryk (territorial) eller som klimaaftryk pr. kg grisekød. Klimaaftrykket pr. kg grisekød angiver det klimaaftryk, der er forbundet med at producere et kg grisekød, hvor dyrkning og produktion af fodermidler, metan dannet i grisens fordøjelighedssystem (enterisk metan), og metan dannet fra gylle i stalde og lager udgør tre centrale bidrag. Det territoriale klimaaftryk angiver det klimaaftryk, der er produceret i Danmark. Det betyder, at i det territoriale klimaaftryk indgår foderproduktionens klimaaftryk i det land, som producerer foderet. Griseproduktionens bidrag stammer i denne opgørelsesmetode primært fra metan fra tarme og fra gylle.

De fodermidler, som kan dyrkes/produceres med et lavt klimaaftryk, er ikke nødvendigvis de fodermidler, som resulterer i mindst enterisk metan eller metan fra gylle. Det kan derfor være interessant at kunne beskrive, hvordan ændringer i f.eks. grisenes fodring påvirker metanproduktionen (afgørende i Danmarks klimaaftryk) og det samlede klimaaftryk pr. kg grisekød ved produktion af grise.

## Klimaaftryk fra dyrkning, produktion og transport af fodermidler

Klimaaftrykket til dyrkning, produktion og transport af fodermidler er angivet i SEGES Innovations fodermiddeltabel og viser relativt store forskelle fodermidlerne imellem [1, 2]. Disse klimaaftryk sammenholdt med fodermidlernes energi- og næringsstofværdier kan anvendes til at sammensætte foder, der minimerer klimaaftrykket fra dyrkning, produktion og transport [3]. Klimaaftrykkene fra de forskellige fodermidler er under revision i den europæiske klimafodertabel (GFLI), hvilket medfører en række ændringer - bl.a. fordi CO<sub>2</sub> fra nedbrydning af humusjord i det land, foderet produceres i, fremover skal indgå i fodermidlernes klimaaftryk. Nærværende notat er dog baseret på tal for fodermidlernes klimaaftryk i perioden 2021-2023. Målet med dette notat er at estimere bidraget fra enterisk metan, og at størrelsen på dette kan sættes i forhold til fodermidlets samlede klimaaftryk, inkl. dyrkning og transport.

## Enterisk metan

Foderets indhold og fordøjelighed af næringsstoffer har betydning for, hvor meget enterisk metan, der dannes [4]. Her er foderets fiberindhold en central parameter [5]. Fodermidlerne varierer i indhold og fordøjelighed af fibre, og dermed varierer det også, hvor meget enterisk metan, der dannes. Derfor kan værdier for fodermidlernes fiberindhold og andelen af dette indhold, som fordøjes/fermenteres i grisens blind- og tyktarm bruges til at beregne fodermidlernes bidrag til dannelse af enterisk metan [4]. Er der tilstrækkelig variation, og er det muligt at reducere fodermidlernes bidrag til enterisk metan via fodersammensætning, kan det give mening af inkludere enterisk metan ved optimering (minimering) af griseproduktionens samlede klimaaftryk.

Da der af og til kommer ny fodermidler i fodermiddeltabellen, og den kemiske sammensætning af fodermidler ændrer sig over årene, vil det være fordelagtigt at koble den enteriske metandannelse til parametre i det danske fodervurderingssystem, som løbende opdateres. Dette kunne f.eks. være parametre som ufordøjeligt tørstof ved ileum (UTSi) eller fermenterbare kulhydrater (FMK og FMKso).

## Metan fra ufordøjet organisk stof i stald og lager

Foderets indhold og fordøjelighed af næringsstoffer har også betydning for, hvor meget metan, der kan dannes i gyllen, mens det opbevares i stald og lager. Gyllens indhold af organisk stof (ufordøjeligt organisk stof i foder) er én blandt flere parametre (f.eks. temperatur, opholdstid og surhedsgrad) med betydning for, hvor meget metan, der dannes i gylle under opbevaring i stald og lager [6, 7]. Ufordøjet organisk stof er en ulempe, hvis gyllen lagres på griseejendommen, men for gylle, som sendes til biogas, opsamles metanen fra det ufordøjede organiske stof, som dermed bestemmer biogaspotentialiet.

Foderet har desuden indflydelse på dannelse af lattergas ( $N_2O$ ) fra stalde og lager. I de nationale emissionsopgørelser estimeres lattergas fra stald og lager på baggrund af udskilt kvælstof og ammoniakemission [6]. Disse er imidlertid i højere grad forbundet med foderblandings sammensætning end sammensætningen af individuelle fodermidler. Dannelse af lattergas fra stalde og lager adresseres ikke i dette notat.

## Formål

1. At beskrive en metode til at beregne de enkelte fodermidlers bidrag til enterisk metan og metan fra stald og lager ud fra publicerede regnemodeller for foderblandinger.
2. At beskrive klimaaftryk fra enterisk metan og metan fra stald og lager hos slagtegrise og søer, sammenholdt med klimaaftrykket forbundet med dyrkning/produktion af fodermidler og foderblandinger.
3. At sammenligne det enteriske metanbidrag beregnet ud fra fodermidlernes individuelle metanbidrag med metanbidraget beregnet ud fra foderets indhold af bruttoenergi.
4. At beskrive en evt. sammenhæng mellem enterisk metan og kendte parametre fra det danske fodervurderingssystem.

## Materialer og metoder

### Metan og fermenterbare fibre

Metan dannes i grises og søers blind- og tyktarm, når en del af de næringsstoffer, som grisen ikke kan fordøje med egne enzymer ved enden af ileum, omsættes af mikrobiel fermentering i tyktarmen. I tyktarmen omsættes især opløselige fibre, men derudover vil der være en fermentering af endogene tab af protein og fedt samt af stivelse, som ikke når at blive fordøjet i tyndtarmen, f.eks. på grund af grov formaling eller fordi stivelsen er vanskelig tilgængelig, f.eks. kartoffelstivelse.

Der findes reviewartikler, som analyserer sammenhængen mellem fermenterbare fibre og metan, og disse artiklers ligninger er de foreløbigt bedste bud på sammenhæng mellem fodermidler og metanproduktion [4, 5]. Forsøgsgrundlaget for måling af metan i klimakamre i forbindelse med fordøjelsesforsøg er typisk 20-40 år gamle og er altså udført med den genetik for grise og foder, som var gældende for mange år siden. Hvis danske slagtegrise i dag i praksis har lavere emission af metan pr. kg foder end tidligere (som der er indikationer på ud fra målinger i SEGES Innovation), kan det skyldes, at metanmålinger er udført ved restriktiv fodring i klimakamre, hvor opholdstiden i tyktarmen er længere end ved ad libitum fodring, som er praksis i dag. Den målte metanproduktion vil også være påvirket af foderets formalingsgrad, idet denne påvirker andelen af stivelse, som fordøjes i tyndtarmen. Endeligt kan det tænkes, at grisenes evne til at fordøje foderet er påvirket af den genetiske udvikling.

Den tilgængelige litteratur på metan fra ældre forsøg er dog det bedst tilgængelige bud, som kan bruges til at forudsige forskellige fodermidlers metanbidrag i en foderblanding.

Sammenhængen mellem metanproduktion og indholdet af fermenterbare fibre skal ses i sammenhæng med, hvordan indholdet af fermenterbare fibre er beregnet. I en reviewartikel af Phillippe og Nick (2015), er der fundet en lineær sammenhæng mellem metan og fermenterbare fibre, hvor indholdet af fermenterbare fibre er estimeret som andelen af det fækkalt fordøjede organiske stof, som ikke er fordøjet råprotein, fordøjet råfedt eller stivelse og sukker [5].

Fermenterbare fibre i g pr. kg tørstof (TS) er beregnet som:

- 1) Fermenterbare fibre [g/kg TS] = (1000 [g TS/kg TS] – aske [g/kg TS]) x organisk stof fordøjelighed [g/g] – råfedt [g/kg TS] x råfedt fordøjelighed [g/g] – råprotein [g/kg TS] x råprotein fordøjelighed [g/g] – stivelse og sukker [g/kg TS]

Ligning 1 er et godt udtryk for, hvor stor en andel af foderets fibre, som fermenteres i blind- og tyktarmen. I praksis fermenteres også en lille andel af stivelsen og af det endogene tab af fedt og protein, hvor det må antages, at endogent tab af protein er en god næringsstofkilde for mikrofloraen. Endogent tab af protein er i det danske fodervurderingssystem tæt korreleret til mængden af ufordøjeligt tørstof ved ileum.

I det danske fodervurderingssystem er fermenterbare fibre defineret ud fra indhold af organisk stof og *in vitro* målinger af enzymfordøjeligt organisk stof (EFOS) og enzymfordøjeligt organisk stof ved ileum (EFOSi) og beregnes som fermenterbare kulhydrater (FMK) og fermenterbare kulhydrater til søer (FMKso) i g pr. kg tørstof (TS) er beregnet som:

- 2) FMK [g/kg TS] = Organisk stof x (EFOS [%] – EFOSi [%]) / 100 / 0,7
- 3) FMKso [g/kg TS] = FMK [g/kg TS] + organisk stof [g/kg TS] x (100 – EFOS [%]) / 100 x 0,18

Divisoren på 0,7, som indgår i både ligning 2 og 3 (svarer til at gange med 1,43), anvendes som korrektionsfaktor, fordi EFOSi-sien i *in vitro* analysen lader små og let-fermenterbare kulhydrater passere sien. På baggrund af kemiske analyser er det vurderet, at den anvendte formel i gennemsnit på tværs af fodermidler er et godt udtryk for andelen af fermenterbare fibre.

For søer er det ud fra fordøjelsesforsøg vurderet, at søer i gennemsnit på tværs af fodermidler kan fordøje ca. 18 % af de fibre, som ikke fordøjes med EFOS-metoden, der er udviklet til slagtegrise.

Der må forventes en god sammenhæng mellem de to ovenstående metoder til at beregne de fermenterbare fibre (FMK/FMKso og fermenterbare fibre). Metoden baseret på målte fordøjeligheder (ligning 1) er anvendt til beregning af enterisk metanproduktion i reviewet af Phillip og Nicks [5], og

derfor også udgangspunktet for beregning af fodermidlernes individuelle enteriske metanbidrag i dette notat (se afsnittet 'Fodermidlers bidrag til enterisk metan' nedenfor).

## Fodermiddeltabeller til beskrivelse af foder og fodermidlers metanbidrag

For at kunne beskrive foderblandingers og individuelle fodermidlers bidrag til enterisk metan og metan fra stalde og lager, er informationer om næringsstofindhold og fordøjeligheder fra følgende fodermiddeltabeller anvendt: SEGES fodermiddeltabel [2], den franske fodermiddeltabel [8] og beretning nr. 556 fra det forhenværende Statens Husdyrbrugsforsøg [9].

Der kan være forskelle mellem analysemetoder, således ser det ud til, at den franske fodermiddeltabels indhold af råfedt er baseret på fedtanalyser uden syrehydrolyse (vurderet ud fra fedtindhold i korn), mens den danske fodermiddeltabel er baseret på syrehydrolyse i kombination med ekstraktion med petroleumssæter. I beretning nr. 556 findes det højeste fedtindhold, fordi syrehydrolysen er kombineret med ekstraktion med diethylæter. Som en sidebemærkning kan indskydes, at fedt ekstraktionsmetoden har stor betydning for såvel fedtindhold som fedtfordøjelighed for de fleste fodermidler med forholdsvis lave fedtindhold – og dermed også en vis betydning for beregningen af fermenterbare fibre, da formlen er baseret på både næringsstofindhold (herunder råfedt) og fordøjeligheder (herunder indhold og fordøjelighed af råfedt). På samme måde er der også en vis usikkerhed for analysemetoder for stivelse og sukker, herunder om oligosaccharider måles som sukker (fransk) eller lethydrolyserbart kulhydrat (556. beretning), selv om de faktisk omsættes af mikrobiel fermentering. Disse forskelle i analysemetoder kan sammen med reelle variationer i især biprodukters sammensætning bevirke, at indholdet af fermenterbare fibre varierer imellem forskellige fodermiddeltabeller.

### SEGES fodermiddeltabel

Fodermiddeltabellen indeholder opdaterede data for kemisk sammensætning og ernæringsmæssige parametre for en bred gruppe af fodermidler anvendt i Danmark. Indholdet i fodermiddeltabellen tager udgangspunkt i det danske fodervurderingssystem til grise [10]. Fordelen ved denne tabel er, at den repræsenterer den kemiske sammensætning af fodermidler solgt i Danmark i nutiden og med de officielle analysemetoder.

Derudover indeholder fodermiddeltabellen klimaaftryksværdier for størstedelen af de fodermidler, som anvendes i den danske griseproduktion [1, 2]. Klimaaftryksværdierne stammer hovedsageligt fra Global Feed Life Cycle Assessment Institutes (GFLI) databasen. Klimaaftryksværdierne er beskrevet både med og uden effekten af Land Use Change (LUC) og indeholder derudover et tillæg til transport og håndtering. Dette tillæg er fastsat på baggrund af DCA-rapport 116 [11]. I de tilfælde, hvor der ikke findes en klimaaftryksværdi fra GFLI-databasen (1. prioritet) stammer værdierne fra Nordic Feed Evaluation System, som beskriver fodermidler til kvæg [12] (2. prioritet) eller fra en faglig vurdering med midlertidige default-værdier (3. prioritet) [2].

I dette notat bidrager SEGES fodermiddeltabellen med fodermidlers kemiske sammensætning, indhold af foderenheder (FEsv, FEso2023) samt fodermidlernes klimaaftryksværdier til dyrkning og produktion.

### Fransk fodermiddeltabel

Den franske fodermiddeltabel er udviklet af det franske nationale forskningsinstitut for landbrug, fødevarer og miljø (INRAE), den franske organisation for landbrugsforskning og internationalt samarbejde (CIRAD), og det franske forbund for husdyrproduktion (AFZ) [8].

Den franske fodermiddeltabel er interessant for dette notat, fordi den indeholder data for fodermidlernes tilsyneladende fækale fordøjeligheder af organisk stof, råprotein, og råfedt hos grise.

Disse fordøjeligheder kan, som nævnt ovenfor, bruges til at angive fodermidlernes indhold af fermenterbare fibre, beregnet som den del af fordøjeligt organisk stof, der ikke består af fordøjeligt råfedt, fordøjeligt råprotein, eller fordøjeligt stivelse og sukker (ligning 1). For organisk stof og råprotein er der i den franske tabel angivet særskilte fordøjeligheder for grise i vækst (slagtegrise) og voksne grise (søer).

Mængden af fermenterbare fibre (ligning 1) bruges til at beregne fodermidlernes bidrag til enterisk metan [4].

Fordøjeligheden af organisk stof bruges til at beregne udskillelsen af organisk stof, der anvendes som indikator for metan dannet i gylle under opbevaring i stalde og lager [6].

## Beretning nr. 556

Beretning nr. 556 fra det forhenværende Statens Husdyrbrugsforsøg indeholder tabelværdier for tilsyneladende fordøjeligheder af energi, organisk stof, råprotein, og råfedt for en række fodermidler til grise [9]. Beretning nr. 556 er, som den franske tabel, interessant, fordi den indeholder de fordøjeligheder, der er nødvendige for beregning af metandannelse fra fordøjelse og i stalde og lager. I beretning nr. 556 er der alene angivet fordøjeligheder for slagtegrise.

## Fodermidlers bidrag til enterisk metan

I Danmarks nationale opgørelse over drivhusgasemissioner estimeres enterisk metan fra grise som en konstant faktor (0,6 %) i forhold til en gennemsnitsbetragtning af indholdet af bruttoenergi i foderet til henholdsvis søer (17.5 MJ/FE), smågrise (16.5 MJ/FE) og slagtegrise (17.3 MJ/FE) [6].

Enterisk metan fra grise kan, som nævnt, beskrives ud fra næringsstofindhold og -fordøjelighed (fermenterbare fibre). Både individuelle forsøg og gennemgange af en række forskellige ernæringsforsøg med slagtegrise og søer har vist, at mængden af fermenterbare fibre kan bruges til at beskrive dannelsen af enterisk metan [4, 5, 13]. Phillippe og Nick (2015) fandt i en litteraturgennemgang, at enterisk metanproduktion udgør 1,2 % af de fermenterbare fibre i foderet hos grise i vækst og 2,1 % af fermenterbare fibre hos søer [5]. Disse sammenhænge mellem fermenterbare fibre og enterisk metan anvendes i dette notat til beregning af fodermidlers individuelle bidrag til enterisk metandannelse. Det vil sige, at metanproduktionen for det enkelte fodermiddel ikke er målt (da det er umuligt at fodre med ét fodermiddel alene), men beregnet med den generelle ligning opnået ved at sammenholde metanmålinger med foderblandingers indhold af fermenterbare fibre, hvor de fermenterbare fibre er beregnet med ligninger baseret på fordøjeligheder.

Enterisk metan er udtrykt som CO<sub>2</sub>e og beregnet som følger:

- 4) Slagtegrise: Enterisk metan [g CO<sub>2</sub>e/kg TS] = 0,012 [g CH<sub>4</sub>/g fermenterbare fibre] x fermenterbare fibre [g/kg TS] x 28 [g CO<sub>2</sub>e/g CH<sub>4</sub>]
- 5) Søer: Enterisk metan [g CO<sub>2</sub>e/kg TS] = 0,021 [g CH<sub>4</sub>/g fermenterbare fibre] x fermenterbare fibre [g/kg TS] x 28 [g CO<sub>2</sub>e/g CH<sub>4</sub>]

Værdierne for indhold af fermenterbare fibre til beregning af enterisk metanbidrag fra individuelle fodermidler er som udgangspunkt et gennemsnit af indhold af fermenterbare fibre (ligning 1) beregnet for franske tabelværdier og for tabelværdier fra beretning nr. 556 [8, 9]. I tilfælde, hvor et fodermiddel kun indgår i ét af de to tabelværker, er denne værdi anvendt, og det gælder generelt for fermenterbare fibre til søer, da der kun er tabelværdier for fordøjelighed til søer i den franske tabel.

Fodermidlerne fra de to tabelværker resulterede i information fra i alt 51 fodermidler. Værdier for den kemiske sammensætning af disse fodermidler fra SEGES' fodermiddeltabel er sammenlignet med de

anvendte værdier til beregning af fermenterbare fibre fra den franske fodermiddeltabel og/eller beretning nr. 556. Den kemiske sammensætning af fodermidlerne er vist i **Appendiks 1** og visuelt illustreret i **Appendiks 2** for at indikere, at fodermidlerne fra de forskellige tabelværker er sammenkoblet korrekt. Der kan dog være betydelige forskelle i en række biprodukters tabelværdier, hvilket hænger sammen med, at der ofte er stor variation i den kemiske sammensætning af nogle typer biprodukter, afhængig af biprodukternes produktionsproces.

## Fodermidlers bidrag til metan fra gylle (stald og lager)

I Danmarks nationale opgørelse over drivhusgasemissioner estimeres foderets bidrag til metan fra gylle i stald og lager som en konstant faktor af gyllens gennemsnitlige indhold af organisk stof [6]. Da foderets bidrag til gyllens indhold af organisk stof er det samme som foderets andel af ufordøjet organisk stof, kan fodermidlernes individuelle bidrag til metan dannet i stalde og lager estimeres for individuelle fodermidler.

Emissionskonstanten anvendt til beregning af metan fra stalde og lager i Danmarks nationale opgørelse over drivhusgasemissioner blev fastsat til 0,040 kg CH<sub>4</sub>/kg organisk stof, som er et nationalt gennemsnitsestimat for 2019 for beregning af metanemission fra ubehandlet gylle [6]. Denne faktor anvendes i dette notat.

Mængden af organisk stof (OS) i gylle fra hvert fodermiddel blev indledningsvist beregnet som forskellen mellem fodermidlets totale indhold af organisk stof og den mængde af organisk stof som fordøjes i grisen.

$$6) \quad OS_{\text{gylle}} [\text{kg/kg TS}] = OS_{\text{foder}} [\text{kg/kg TS}] - OS_{\text{fordøjet}} [\text{kg/kg TS}] \times OS_{\text{fordøjelighed}} [\text{kg/kg}]$$

Fodermidlernes bidrag til metan fra stalde og lager blev beregnet ud fra mængden af organisk stof i gylle og en emissionskonstant. Metan fra stald og lager (gylle) er udtrykt som CO<sub>2e</sub> og blev beregnet:

$$7) \quad \text{Metan}_{\text{gylle}} [\text{kg CO}_2\text{e/kg TS}] = OS_{\text{gylle}} [\text{kg/kg TS}] \times 0,040 [\text{kg CH}_4/\text{kg OS}] \times 28 [\text{CO}_2\text{e/kg CH}_4]$$

## Foderblandinger til sammenligning af metanemissioner

Typiske foderblandinger til slagtegrise og søer samt foderblandinger med et relativt højt indhold af fodermidler som hestebønner, rapsprodukter, ærter og roepiller blev anvendt til at sammenligne foderblandingerne betydning for enterisk metan og metan fra stald og lager. Foderblandingerne er vist i **Tabel 1**.

Foderblandingerne i **Tabel 1** stammer fra Notat nr. 2110 med undtagelse af drægtighedsfoderblandingen med 20 % roepiller. Foderblandingerne er medtaget som eksempler på foderblandinger, som kan påvirke foderets bidrag til klimaaftrykket med tilgængelige alternativer [2, 3].

**Tabel 1.** Typiske foderblandinger til slagtegrise og søer samt foderblandinger med et relativt højt indhold af alternative fodermidler.

	Slagtegrise <sup>1</sup>		Drægtighedsfoder <sup>1</sup>			Diegivningsfoder <sup>1</sup>	
	Std.	20 % hestebønner 10 % rapskage	Std.	8 % rapsskrå 10 % ærter	20 % roepiller	Std.	8 % rapskage 10 % ærter
<b>Fodermidler, %<sup>1</sup></b>							
Byg	27,0		47,2	37,3	30,3	18,2	16,8
Hvede	40,6	64,5	30,0	30,0	30,0	50,0	40,0
Rug	10,0		10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Roepiller			2,5	2,5	20,0	2,5	2,5
Sojaskrå	16,7	2,8	8,1		7,5	15,3	9,1
Solsikkeskrå	2,0						
Hestebønner		20,0					
Rapskage		10,0					8,0
Rapsskrå				8,3			
Ærter				10,0			10,0
Fedt	0,8					0,5	0,5
Vit. og min.	2,9	2,8	2,2	1,9	2,2	3,5	3,1
<b>Tørstof<sup>2</sup></b>							
g/kg	863	865	860	860	867	863	864
<b>Foderenheder (FE)<sup>2</sup></b>							
FE/Kg TS	1,23	1,21	1,21	1,20	1,15	1,21	1,21
FE/Kg	1,06	1,04	1,04	1,03	1,00	1,05	1,05

<sup>1</sup> Foderets sammensætning er baseret på blandinger fra SEGES Innovations Notat nr. 2110. Dog er drægtighedsblandingen indeholdende roepiller inddraget som eksempel på fiberrig blanding.

<sup>2</sup> Fra fodermidlernes typiske tørstofindhold [2].

<sup>2</sup> FEsv for foderblandinger til slagtegrise og FEso2023 for drægtighedsfoder og diegivningsfoder.

## Resultater og diskussion

Klimaaftryk til dyrkning og produktion af foder, enterisk metan og metan fra gylle er anvendt til at beskrive klimaaftrykket af fodermidler og foderblandinger hos slagtegrise og søer. Enterisk metan og metan fra gylle udtrykkes i CO<sub>2</sub> ækvivalenter (CO<sub>2e</sub>) under antagelse af 28 CO<sub>2e</sub> pr. kg metan for at gøre værdierne direkte sammenlignelige med klimaaftryk til dyrkning og produktion af foder.

### Klimaaftryk for fodermidler

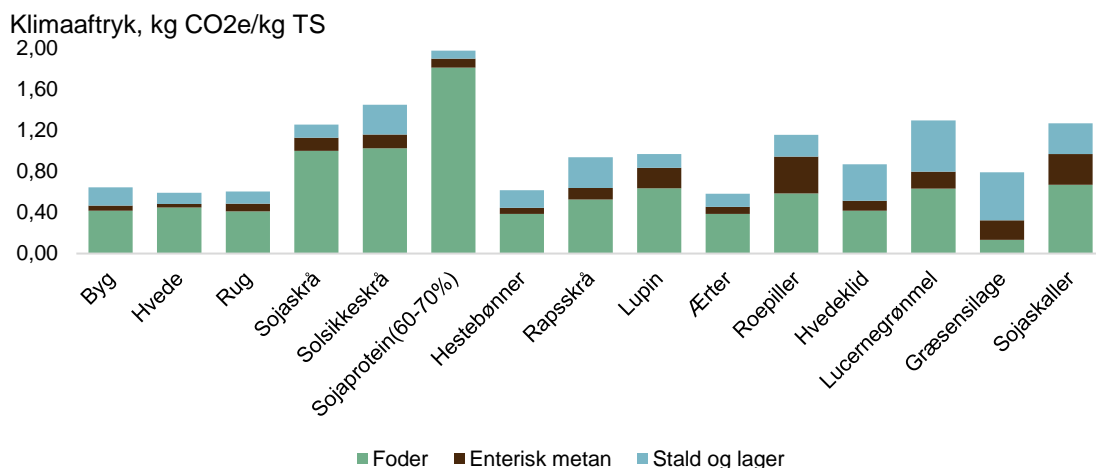
Klimaaftryk for udvalgte fodermidler til dyrkning og produktion (ekskl. korrektion for Land Use Change), enterisk metan hos søer, og metan fra gylle i stalde og lager fra søer er vist i **Figur 1** og fordelingen mellem disse bidrag er vist i **Figur 2**. De individuelle bidrag fra slagtegrise og søer for alle 51 fodermidler er vist i **Appendiks 3**.

Sojabaserede fodermidler og solsikkeskrå har et højt klimaaftryk sammenlignet med de resterende fodermidler (**Figur 1**), hvor hoveddelen af klimaaftrykket for sojabaserede fodermidler knytter sig til dyrkning/processering af fodermidlerne (**Figur 2**). Omvendt udgør enterisk metan og metan fra stald og lager en større andel for en del for de resterende fodermidler.

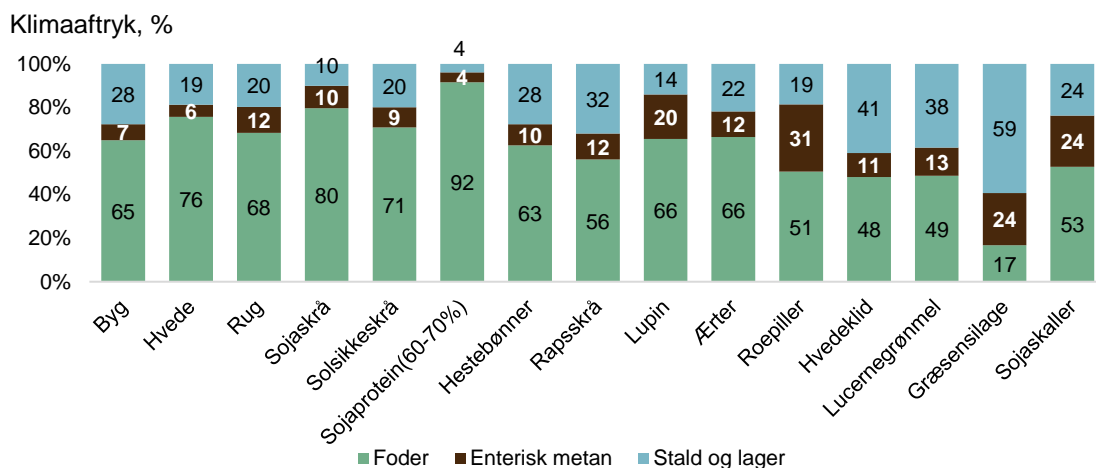
Klimaaftrykket fra enterisk metan fra søer estimeres til at udgøre mellem 4 % og 24 % af det samlede aftryk fra de tre bidrag på tværs af de 15 udvalgte fodermidler i **Figur 2**. Klimaaftrykket fra metan fra stald og lager blev estimeret til at udgøre mellem 4 % og 59 % af det samlede aftryk for de 15 udvalgte fodermidler. Metanbidraget fra disse kilder påvirker derfor fodringens samlede betydnings for foderets samlede klimaaftryk, men kan reduceres betydeligt ved hurtig udsugning i kombination med biogas. I det følgende er klimabidraget fra gyllen beregnet ved traditionel lagring på bedriften. For enterisk metan er dette af størst betydning hos søer, hvor den enteriske metanproduktion er væsentlig



større end hos slagtegrise. Figur 1 og 2 viser klimaaftrykkets fordeling på dyrkning, enterisk metan og metan fra stald og lager, når fodermidlerne opfodres til søer.



**Figur 1.** Klimabidraget fra dyrkning og produktion af foder, enterisk metan, og metan fra stald og lager for 15 forskellige fodermidler hos søer.



**Figur 2.** Fordelingen af klimabidraget fra dyrkning og produktion af foder, enterisk metan, og metan fra stald og lager for 15 forskellige fodermidler hos søer.

## Klimaaftryk for foderblandinger

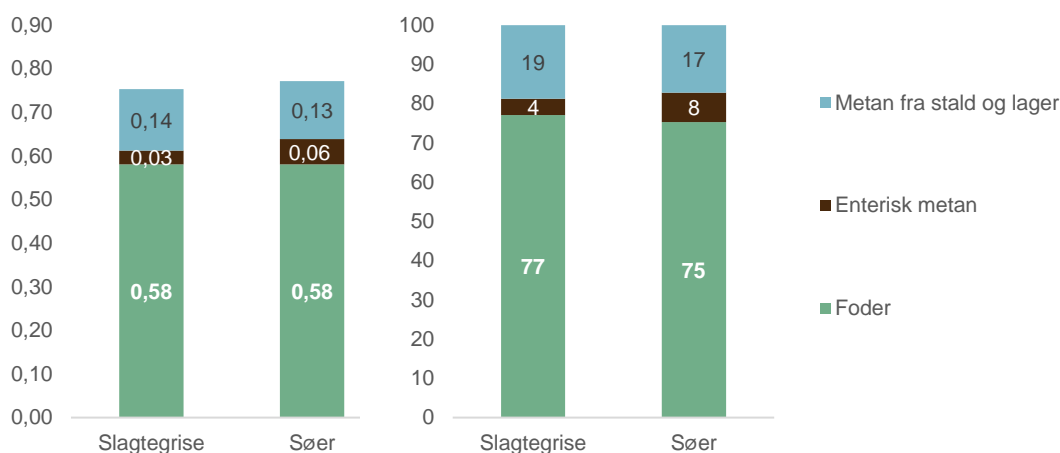
### Traditionel foderblanding til slagtegrise og søer

**Figur 3** viser det gennemsnitlige klimaaftryk fra dyrkning og produktion af foder, enterisk metan, og metan fra stalde og lager for fodermiddelsammensætningen i en traditionel slagtegriseblanding (sammensætning vist i **Tabel 1**). Klimaaftryk fra dyrkning og produktion af foder estimeres til at udgøre 75 % for søer og 77 % for slagtegrise af de samlede aftryk udtrykt på tørstofbasis (foder, enterisk metan, opbevaring i stald og lager). Søerne er bedre til at omsætte fibre, hvilket betyder, at enterisk metan er estimeret til at udgøre 8 % hos søer og 4 % hos slagtegrise. Søernes evne til at omsætte fibre betyder samtidigt, at andelen af metan fra stalde og lager blev estimeret til at udgøre 17 % hos søer, mens den tilsvarende værdi udgør 19 % hos slagtegrise.

Estimatet af metan fra stald og lager tager udgangspunkt i nationale gennemsnitsværdier for metanemission fra de nationale opgørelser [6]. Metanemissionen fra stald og lager påvirkes ikke kun af fodermidlernes og gødningens sammensætning, men også af andre faktorer, som f.eks. gyllens opholdstid i stald og lager, temperatur, og pH. Disse faktorer har også stor betydning for dannelsen af metan i stald og lager, men er ikke adresseret her [6].

a) Klimaaftryk, kg CO<sub>2</sub>e/kg TS

b) Fordeling af klimaaftryk, %



**Figur 3.** Klimaaftryk opdelt i bidrag fra dyrkning og produktion af foder, enterisk metan, og metan fra stald og lager hos slagtegrise og søer for en standard slagtegrisefoderblanding. Klimaaftrykket er udtryk i a) kg CO<sub>2</sub> ækvivalenter (CO<sub>2</sub>e) per kg tørstof (TS) og som b) procent af det samlede klimaaftryk fra foder, enterisk metan og metan fra stald og lager.

### Sammenligning af forskellige foderblandinger

**Tabel 2** viser klimaaftryk fra dyrkning og produktion af foder, enterisk metan, og metan fra stalde og lager for forskellige foderblandinger til slagtegrise, drægtige søer og diegivende søer (foderblandingerens sammensætning er vist i **Tabel 1**).

**Tabel 2.** Klimaaftryk fra dyrkning og produktion af foder, enterisk metan, og metan fra stalde og lager for forskellige foderblandinger til slagtegrise, drægtige søer og diegivende søer.

	Slagtegrise <sup>1</sup>		Drægtighedsfoder <sup>1</sup>			Diegivningsfoder <sup>1</sup>	
	Std.	20 % hestebønner 10 % rapskage	Std.	8 % rapsskrå 10 % ærter	20 % roepiller	Std.	8 % rapskage 10 % ærter
<b>Klimaaftryk, g CO<sub>2</sub>e/FE</b>							
Foder (ekskl. LUC) <sup>2</sup>	471	406	414	381	457	468	440
Enterisk metan <sup>3</sup>	26	21	49	50	100	51	54
Stald og lager <sup>4</sup>	114	120	119	129	132	103	113
I alt, kg CO <sub>2</sub> e/FE <sup>5</sup>	611	546	583	560	689	622	607

<sup>1</sup> Foderblandingerens sammensætning er vist i Tabel 1.

<sup>2</sup> Tabelværdier for klimaaftryk til dyrkning og produktion af fodermidlerne fra SEGES fodermiddeltabel 2023.

<sup>3</sup> Enterisk metan beregnet som vægtet sum af fodermidlers individuelle bidrag. Fodermidlernes individuelle bidrag er beregnet som en faktor af indholdet af fermenterbare fibre for slagtegrise (0,012 g metan/g fermenterbare fibre) og søer (0,021 g metan/g fermenterbare fibre). Indholdet af fermenterbare fibre stammer fra den franske fodermiddeltabel og/eller beretning nr. 556 fra Statens Husdyrbrugsforsøg (gennemsnit, hvor det er muligt). Metan antages at være lig med 28 CO<sub>2</sub>e.

<sup>4</sup> Metan fra stald og lager er beregnet som vægtet sum af fodermidlers individuelle bidrag. Fodermidlernes individuelle bidrag er beregnet som en faktor af indholdet af ufordøjet organisk stof fra slagtegrise og søer (0,04 g metan/g ufordøjet organisk stof). Indholdet af fermenterbare fibre stammer fra den franske fodermiddeltabel og/eller beretning nr. 556 fra Statens Husdyrbrugsforsøg (gennemsnit, hvor det er muligt). Metan antages at være lig med 28 CO<sub>2</sub>e.

<sup>5</sup> FEsv for foderblandinger til slagtegrise og FEso2023 for drægtighedsfoder og diegivningsfoder.

Ved at inkludere fodermidler, der er dyrket/produceret med et lavere klimaaftryk (hestebønner, rapsprodukter og ærter), er det muligt reducere klimaaftrykket til dyrkning og produktion af foder med 65 g CO<sub>2</sub>e/FEsv for slagtegrisefoder og omkring 30 g CO<sub>2</sub>e/FEso for drægtighedsfoder og diegivningsfoder (**Tabel 2**).

Forskelle i fodersammensætning har relativ lille indvirkning på mængden af enterisk metan og metan fra stald og lager (**Tabel 2**). En drægtighedsblanding med høj mængde fibre fra roepiller øger dog dannelsen af enterisk metan med omkring 50 g CO<sub>2</sub>e/FESo2023.

Samlet set betyder variationer i enterisk metan kun meget lidt for det samlede klimaaftryk, når man ser på typiske og realistiske foderblandinger til slagtegrise. For søer kan enterisk metan være en moderat betydende faktor i drægtighedsfoder med høje fiberindhold, specielt ved høje iblandinger af roepiller. Foder med ufordøjelige fibre vil øge metandannelse fra stald og lager, men er samtidig den kombination, som giver størst potentiale for biogas.

## Enterisk metan – fodermidlers bidrag vs. andel af bruttoenergi

**Tabel 3** viser enterisk metan for forskellige foderblandinger til slagtegrise, drægtige søer og diegivende søer udtrykt som procent af foderblandingernes indhold af to forskellige tabelværdier for bruttoenergi (foderblandingernes sammensætning er vist i **Tabel 1**).

I Danmarks nationale opgørelse over drivhusgasemissioner anvendes tabelværdier for indholdet af bruttoenergi i foderblandinger til grise ved beregning af enterisk metan [6]. Foderets indhold af bruttoenergi kan også beregnes ud fra tabelværdier for fodermidlernes individuelle bidrag, som er angivet i den franske fodermiddeltabel og beretning nr. 556 [8, 9]. Med sidstnævnte beregning udgør indholdet af bruttoenergi 84-88 % af værdierne, som er anvendt i den nationale opgørelse. Disse to tilgange resulterer derfor også i forskellige klimaaftryk for enterisk metan, når det udtrykkes som procent af foderets bruttoenergiindhold (**Tabel 3**). De to tilgange til fastsættelse af foderets bruttoenergiindhold har, for de fleste eksempler i **Tabel 3**, større indflydelse på enterisk metan end foderets indhold af alternative fodermidler. Det høje indhold af bruttoenergi i foder i den nationale opgørelse kan måske have oprindelse i historiske foderblandinger med højere indhold af fedt og protein end i nutidens foder, men baggrunden for de anvendte bruttoenergiindhold i den nationale opgørelse kendes ikke.

**Tabel 3.** Klimaaftryk fra enterisk metan for forskellige foderblandinger til slagtegrise, drægtige søer og diegivende søer udtrykt som procent af foderblandingernes indhold af to forskellige tabelværdier for bruttoenergi.

	Slagtegrise <sup>1</sup>		Drægtighedsfoder <sup>1</sup>			Diegivningsfoder <sup>1</sup>	
	Std.	20 % hestebønner 10 % rapskage	Std.	8 % rapsskrå 10 % ærter	20 % roepiller	Std.	8 % rapskage 10 % ærter
<b>Bruttoenergi (BE)</b>							
<i>Tabelværdi for foderblanding<sup>2</sup></i>							
MJ BE/FE	17,3	17,3	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5
MJ BE/KG TS	21,3	20,9	21,2	21,0	20,2	21,3	21,2
<i>Tabelværdi for fodermidler<sup>3</sup></i>							
MJ BE/FE	14,7	15,1	14,9	15,0	15,4	14,7	15,0
MJ BE/Kg TS	18,2	18,2	18,0	18,0	17,8	17,9	18,2
<b>Enterisk metan</b>							
MJ metan / kg TS <sup>4</sup>	0,06	0,05	0,12	0,12	0,23	0,12	0,13
% af BE (foderblanding) <sup>2</sup>	0,29	0,24	0,56	0,57	1,13	0,58	0,61
% af BE (fodermiddel) <sup>3</sup>	0,34	0,27	0,66	0,67	1,29	0,69	0,71

<sup>1</sup> Foderblandingernes sammensætning er vist i Tabel 1.

<sup>2</sup> Tabelværdier for bruttoenergiindhold i foderblandinger fra National emissionsopgørelse.

<sup>3</sup> Tabelværdier for bruttoenergiindhold i fodermidler fra fransk fodermiddeltabel og/eller beretning nr. 556 (gennemsnit, hvor det er muligt).

<sup>4</sup> Enterisk metan beregnet som vægtet sum af fodermidlers individuelle bidrag. Fodermidlernes individuelle bidrag er beregnet som en faktor af indholdet af fermenterbare fibre for slagtegrise (0,012 g metan/g fermenteret fibre) og søer (0,021 g metan/g fermenteret fibre). Indholdet af fermenterbare fibre er stammer fra den franske fodermiddeltabel og/eller beretning nr. 556 fra statens husdyrbrugsforsøg (gennemsnit, hvor det er muligt). Energi i metan er 55,65 MJ/kg metan.

I dette notat beregnes enterisk metan ud fra fodermidlernes indhold af fermenterbare fibre. For foderblandingerne til slagtegrise resulterer det i et markant lavere niveau end det niveau på 0,6 % af bruttoenergi, som på nuværende tidspunkt anvendes i Danmarks nationale opgørelse over drivhusgasemissioner (uanset metode til beregning af bruttoenergi). Omvendt resulterer denne metode i et niveau på omkring 0,6 % eller lidt højere for foderblandinger til drægtige og diegivende søer. Dermed tyder det på, at de 0,6 % af bruttoenergi stemmer fint overens eller underestimerer enterisk metan for søer, mens enterisk metan for slagtegrise kun udgør ca. 0,3 % af bruttoenergi og dermed er markant overestimeret i den nationale emissionsopgørelse.

## Enterisk metan – sammenhæng med parametre i det danske fodervurderingssystem

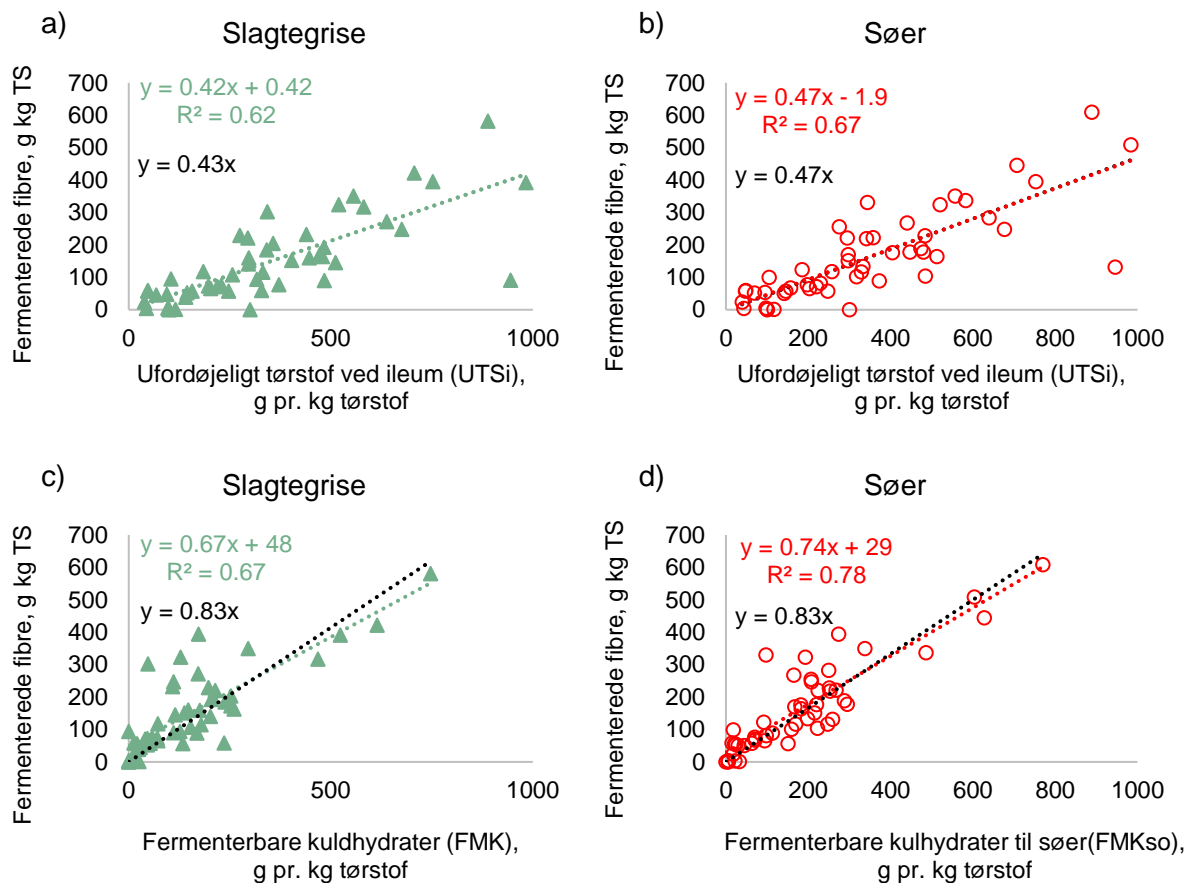
**Figur 4** viser lineære sammenhænge mellem aktuelle tabelværdier for fodermidlernes indhold af ufordøjeligt tørstof, fermenterbare kulhydrater til slagtegrise (FMK) og fermenterbare kulhydrater for søer (FMKso) samt fermenterbare fibre beregnet ud fra ældre fordøjelsesforsøg. Indholdet af UTSi er umiddelbart en god indikator til at forklare variationen i indhold af fermenterbare kulhydrater i fordøjelsesforsøg ( $R^2 = 0,62$  for slagtegrise og  $0,67$  for søer), mens FMK/FMKso forklarer en lidt større andel af variationen ( $R^2 = 0,67$  for slagtegrise og  $0,78$  for søer), hvilket er forventeligt, da FMK og FMKso netop tilstræber at estimere mængden af fermenterbare fibre. Sammenhængen mellem UTSi og FMK/FMKso og fermenterbare kulhydrater i fordøjelsesforsøg estimeres til at være af samme størrelsesorden (samme hældning), uanset om den lineære sammenhæng styres gennem punktet 0,0 (ligning i sort tekst) eller udelukkende styres af datapunkterne (ligning i grøn og rød tekst).

I **Figur 4** og **Appendiks 3** kan man se, at der især er betydelige afvigelser mellem fermenterbare fibre og FMK/FMKso for fodermidler, som sjældent udgør en betydende del af so- og slagtegrisefoder (græsprodukter, hvedestrømel, kartoffelprotein, kornbærme (DDGS), majs glutenfoder og palmekage). For både søer og slagtegrise er indholdet af fermenterbare fibre i fordøjelsesforsøg i gennemsnit kun ca. 83 % af tabelværdierne for FMK henholdsvis FMKso (**Figur 4 c** og **d**). Nærmere analyse af årsager hertil er udeladt – en sandsynlig årsag er, at den danske tabel tilstræber at håndtere oligosaccharider som fermenterbare fibre, mens de nævnte tabelværker sandsynligvis medregner disse i sukkerfraktionen ud fra de anvendte analysemetoder.

Da sammenhængen mellem metan og fermenterbare fibre stammer fra definitionen af fermenterbare fibre i fordøjelsesforsøg, er det bedste bud, at man kan beregne den enteriske metanproduktion ud fra de aktuelle tabelværdier for FMK og FMKso ved at gange den oprindelige ligning til bestemmelse af metanbidrag med 0,83 – her udtrykt i CO<sub>2e</sub> som:

- 8) Slagtegrise: Enterisk metan [g CO<sub>2e</sub>/kg TS] = 0,012 [g CH<sub>4</sub>/g fermenterbare fibre] x FMK [g/kg TS] x **0,83** x 28 [g CO<sub>2e</sub>/g CH<sub>4</sub>]
- 9) Søer: Enterisk metan [g CO<sub>2e</sub>/kg TS] = 0,021 [g CH<sub>4</sub>/g fermenterbare fibre] x FMKso [g/kg TS] x **0,83** x 28 [g CO<sub>2e</sub>/g CH<sub>4</sub>]

Det vurderes, at disse ligninger er det bedst opnåelige bud til at beregne den enteriske metanproduktion ud fra aktuelle tabelværdier i SEGES' fodermiddeltabel.



**Figur 4.** Linære sammenhænge mellem danske tabelværdier for indhold af ufordøjeligt tørstof ved ileum og FMK, henholdsvis FMKso og indholdet af fermenterbare kulhydrater bestemt i fordøjelsesforsøg for slagtegrise (grønne trekanter) og søer (røde cirkler).

## Konklusion

Tabelværdier for indhold og fordøjelighed af organisk stof, fedt, protein samt stivelse og sukker i 51 fodermidler er samlet fra to forskellige fodermiddeltabeller (fransk fodermiddeltabel og statens husdyrbrugsforsøg beretning nr. 556) og anvendt til at beskrive fodermidlernes individuelle bidrag til enterisk metan og metan fra stalde og lager. Det er gjort på baggrund af kendte sammenhænge mellem enterisk metan og næringsstoffordøjelse og sammenhænge mellem organisk stof i gødning/gylle og metanemission fra stalde og lager.

Klimaaftrykket forbundet med dyrkning og produktion af foder, enterisk metan, og metan fra stalde og lager er beregnet til at udgøre henholdsvis 77 %, 4 % og 19 % hos slagtegrise fodret med en landgennemsnitlig fodermiddelsammensætning. Den tilsvarende fordeling er 75 %, 8 % og 17 % hos søer, hvis søerne fodres med samme foderblanding. Forskellen afspejler forskel i næringsstoffordøjeligheder og enterisk metandannelse mellem slagtegrise og søer.

Udskiftning af fodermidler i traditionelle foderblandinger med alternative fodermidler som hestebønner, rapsprodukter og ærter påvirker kun produktionen af enterisk metan marginalt og for slagtegrise er den enteriske metanproduktion så lille og svær at påvirke gennem foderændringer, at det ikke giver mening at bruge enterisk metan som en faktor til reduktion af klimaaftryk. For søer er den enteriske metanproduktion større, og her kan foderblandinger med høje indhold af roepiller medføre, at den enteriske metanproduktion faktisk er en betydende faktor for foderets klimaaftryk (15-20 % af foderets samlede klimaaftryk).

Enterisk metan - beregnet som 0,6 % af foderets indhold af bruttoenergi - ser ud til at overestimere enterisk metan fra slagtegrise betydeligt, da beregninger ud fra mængden af fermenterbare fibre i typiske foderblandinger svarer til ca. 0,3 % af bruttoenergi. Derimod tyder det på, at enterisk metan fra søer udgør omkring 0,6 % af foderets bruttoenergiindhold hos søer fodret med standardfoder, men mere hvis søerne fodres med et højt niveau af fermenterbare fibre. I den nationale emissionsopgørelse indregnes 12-16 % mere bruttoenergi end det beregnede indhold i typisk foder i Danmark anno 2023, hvilket medvirker til problemet med overestimering af det enteriske metanbidrag fra især slagtegrise foder.

De danske tabelværdier for fermenterbare kulhydrater til slagtegrise (FMK) og søer (FMKso) er ca. 17 % højere end indholdet af fermenterbare fibre beregnet ud fra fordøjelsesforsøg. Det foreslås, at den enteriske metanproduktion kan beregnes ud fra de danske tabelværdier for FMK og FMKso ved at gange de danske værdier for FMK og FMKso med 0,83 og derefter bruge samme ligning som baserer sig på fermenterbare fibre fra fordøjelsesforsøg.

## Referencer

1. Udesen, F., (2021). *Foderets klimaaftryk på produktionsrapporten*. SEGES, Svineproduktion (Notat nr. 2122) 2021 Pages 13.
2. Sloth, N.M., (2022). *Fodermiddeltabellen*. SEGES Innovation.
3. Vils, E., N.M. Sloth, and F. Udesen, (2021). *Klimavenlige foderblandinger til hjemmeblandere*. SEGES svineproduktion, **Notat nr. 2110**.
4. Jørgensen, H., P.K. Theil, and K.E.B. Knudsen, (2011). *Enteric methane emission from pigs*. in: Carayannis EG (ed) Planet Earth 2011 - global warming challenges and opportunities, Rijeka: InTech, pp 605-622.
5. Philippe, F.X. and B. Nicks, (2015). *Review on greenhouse gas emissions from pig houses: Production of carbon dioxide, methane and nitrous oxide by animals and manure*. Agriculture, Ecosystems & Environment, **199**: p. 10-25.
6. Nielsen, O.-K., et al., (2021). *Denmark's National Inventory Report 2021. Emission Inventories 1990-2019 - Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol*. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 944 pp. Scientific Report No. 437.
7. Petersen, S.O., et al., (2016). *Estimation of methane emissions from slurry pits below pig and cattle confinements*. PloS one, **11**(8): p. e0160968.
8. INRAE-CIRAD-AFZ, (2017-2021). *The INRAE-CIRAD-AFZ tables*. INRAE-CIRAD-AFZ (<https://www.feedtables.com/>).
9. Just, A., et al., (1983). *Forskellige foderstoffers kemiske sammensætning, fordøjelighed, energi-og proteinværdi til svin (The chemical composition, digestibility, energy and protein value of different feedstuffs for pigs)*. Report No. 556 from the National Institute of Animal Science.
10. Tybirk, P., et al., (2006). *Det danske fodervurderingssystem til svinefoder*. Danks Svineproduktion.
11. Mogensen, L., et al., (2018). *Bæredygtighedsparametre for konventionelle fodermidler til kvæg*. DCA rapport, **nr. 116**.
12. Volden, H., et al., *NorFor-The Nordic feed evaluation system*. 2011, Springer (<http://feedstuffs.norfor.info>).
13. Noblet, J. and J. Van Milgen, (2004). *Energy value of pig feeds: Effect of pig body weight and energy evaluation system*. Journal of Animal Science, **82**(suppl\_13): p. E229-E238.

NAV nr.: 1137

//JAHP//

# Appendiks 1

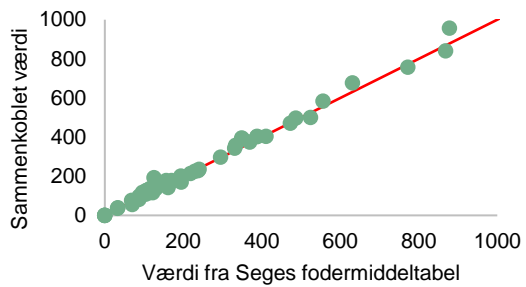
Indhold af tørstof (TS, g/kg vare), råaske (g/kg TS), råprotein (g/kg TS), råfedt (g/kg TS), og træstof (g/kg TS) i SEGES' fodermiddeltabel og den tilsvarende værdi fra den sammenkoblede fodermiddeltabel [2]. Den sammenkoblede værdi er (hvis mulig) et gennemsnit fra den franske fodermiddeltabel (F) og Beretning nr. 556 (B) [8, 9].

Fodermidler	SEGES fodermiddeltabel					Sammenkoblet værdi						
	TS	Råaske	Råprotein	Råfedt	Træstof	TS	Råaske	Råprotein	Råfedt	Træstof	Tabel	
Blodplasma	940	62	878	22	0	922	26	956	28	4	F	B
Byg	856	21	107	31	55	868	25	120	26	53	F	B
Citruskvas	882	67	68	28	132	900	68	76	26	142	F	B
Fiskemel	929	152	772	98	0	918	155	757	98	0	F	B
Foderkridt	990	1000	0	0	0	995	972	0	0	0	F	
Græsensilage	316	99	161	46	256	472	91	142	34	264		B
Græsgørnemel	932	87	125	30	287	899	98	193	39	273		B
Havre	852	25	117	58	129	878	29	128	57	116	F	B
Havre, afskallet	868	24	160	72	59	892	21	152	72	23		B
Hestebønner	869	38	295	21	90	863	39	298	21	89	F	B
Hvede	853	17	116	25	32	865	19	137	22	29	F	B
Hvedeglutenfoder	905	69	166	51	58	885	41	167	29	64	F	
Hvedehalm	900	31	33	19	453	903	66	39	14	416	F	
Hvedekliid	874	64	168	52	108	871	52	172	46	97	F	B
Hvedestrømel	881	54	195	55	73	874	38	169	45	58	F	B
Hørfrø	920	46	238	390	75	920	48	229	368	88	F	B
Kagemix	944	31	105	132	8	907	28	125	58	8	F	
Kartoffelprotein	903	15	869	28	13	918	26	841	7	9	F	
Kokoskage	929	69	219	137	129	884	66	213	133	138		B
Kornbærme (DDGS)	894	53	333	79	75	913	57	358	54	78	F	
Lucernegrørnemel	920	114	156	25	298	894	118	177	34	267	F	B
Lupin	794	44	349	67	172	886	42	395	60	161	F	B
Majs	774	15	88	46	23	867	15	96	45	26	F	B
Majsfodermel	882	30	106	55	48	866	23	109	81	37		B
Majsglutenfoder	887	70	230	45	92	889	65	225	37	88	F	B
Palmekage	906	41	170	82	194	944	44	178	93	188		B
Palmeolie	995	0	0	1000	0	998	0	0	999	0	F	
Rapsfrø	925	42	194	502	91	924	43	201	477	92	F	
Rapskage	895	74	331	122	139	922	67	343	142	128	F	B
Rapsskrå	888	84	388	49	130	886	76	402	32	142	F	B
Ris	878	10	87	17	11	868	5	81	10	8		B
Roepiller	898	54	88	16	193	886	63	98	18	201	F	B
Rug	850	17	99	20	27	864	20	107	19	24	F	B
Skummetmælkspulver	960	84	369	5	0	947	84	374	12	0	F	B
Sojabønner, toasted	904	56	411	219	57	885	55	404	223	65	F	
Sojakage	930	68	473	87	59	932	66	470	95	64	F	
Sojaolie	995	0	0	1000	0	998	0	0	1000	0	F	
Sojaproteinkonc.	934	70	556	28	39	927	72	583	18	39	F	
Sojaproteinkonc.	922	70	631	26	44	924	63	676	8	40	F	B
Sojaskaller	875	50	108	24	394	889	53	128	21	391	F	
Sojaskrå, afskallet, toasted	872	81	524	29	44	879	67	500	32	65		B
Sojaskrå, toasted	876	74	487	29	74	878	71	498	26	69	F	B
Solsikkekage	933	67	351	117	196	922	63	391	87	191	F	B
Solsikkeskrå	900	75	388	27	196	904	72	404	14	196	F	
Sukkerroemelasse	740	127	130	1	0	754	116	137	1	0	F	B
Sukkerørmelasse	726	214	70	3	0	715	140	55	7	0	F	B
Svinefedt	995	0	0	998	0	999	0	0	997	0	F	B
Tapioka	870	62	32	8	44	876	64	36	11	44		B
Triticale	852	19	122	23	31	868	20	115	14	29	F	
Vallepulver	970	85	96	5	0	964	100	117	12	0	F	B
Ærter	852	37	240	22	63	867	36	235	19	70	F	B

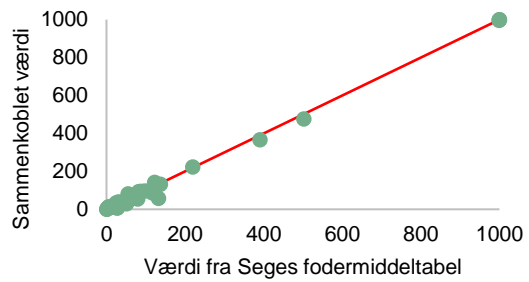


## Appendiks 2

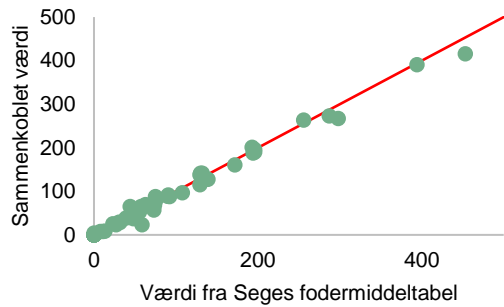
A) Råprotein, g/kg tørstof



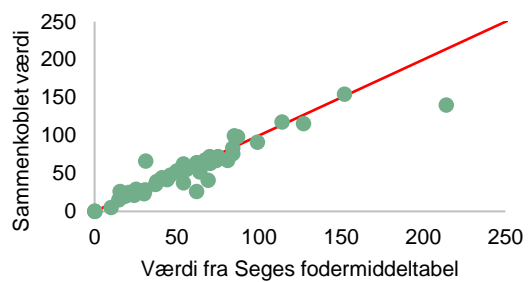
B) Råfedt, g/kg tørstof



C) Træstof, g/kg tørstof



D) Råaske, g/kg tørstof



Sammenhæng mellem det kemiske indhold fra SEGES' fodermiddeltabel med den tilsvarende værdi fra gennemsnittet (hvis muligt) af den franske fodermiddeltabel og Beretning nr. 556 for **A)** Råprotein, g/kg TS, og **B)** Råfedt, g/kg TS, og **C)** Træstof, g/kg TS, og **D)** Aske, g/kg tørstof (TS).

## Appendiks 3

Fodermidlernes klimaaftryk og fodermidlernes bidrag til dannelse af enterisk metan og metan fra stalde og lager (udtrykt i CO<sub>2</sub>-ækvivalenter/kg tørstof) for grise og søer.

Fodermidler	TS	BE	FEsv	FEso	UTSi	FMK	FMKso	Fermenterbare fibre		Ufordøjet OS		F	B	Foder	Enterisk metan		Metan fra stald og lager	
	g/kg	MJ/kg TS	FEsv/kg TS	FEso 2023/kg TS				g/kg TS	g/kg TS	Grise	Søer				Grise	Søer	Grise	Søer
															kg CO <sub>2</sub> e/kg TS			
Blodplasma	940	24,6	1,31	1,23	43	21	22	3	3	200	200	F	B	2,23	0,00	0,00	0,22	0,22
Byg	856	18,4	1,23	1,23	229	71	98	74	81	169	159	F	B	0,42	0,02	0,05	0,19	0,18
Citruskvas	882	17,5	0,76	1,05	706	614	627	422	445	197	164	F	B	0,97	0,14	0,26	0,22	0,18
Fiskemel	929	21,2	1,28	1,22	116	25	32	1	1	85	85	F	B	1,61	0,00	0,00	0,09	0,09
Foderkridt	990	0,0	-0,11	-0,08	300	0	0	0	0	28	28	F		1,30	0,00	0,00	0,03	0,03
Græsensilage	316	18,1	0,65	0,79	520	128	193	323	323	418	418		B	0,13	0,11	0,19	0,47	0,47
Græsgrønmel	932	18,8	0,31	0,52	676	111	207	247	247	496	496		B	0,63	0,08	0,15	0,56	0,56
Havre	852	19,4	1,00	1,05	372	58	112	76	89	290	273	F	B	0,43	0,03	0,05	0,33	0,31
Havre, afskallet	868	19,5	1,37	1,35	203	73	94	65	65	78	78		B	0,43	0,02	0,04	0,09	0,09
Hestebønner	869	18,6	1,03	1,08	317	127	159	93	101	163	153	F	B	0,39	0,03	0,06	0,18	0,17
Hvede	853	18,4	1,36	1,32	145	46	63	52	57	106	99	F	B	0,45	0,02	0,03	0,12	0,11
Hvedeglutenfoder	905	19,1	0,93	1,02	404	138	182	151	176	241	206	F		0,90	0,05	0,10	0,27	0,23
Hvedehalm	900	18,4	-0,16	0,18	945	111	259	90	131	822	763	F		0,04	0,03	0,08	0,92	0,85
Hvedeklid	874	19,1	0,71	0,84	512	115	182	145	164	344	317	F	B	0,42	0,05	0,10	0,38	0,35
Hvedestrømel	881	19,0	0,83	0,95	484	169	222	89	103	231	210	F	B	0,42	0,03	0,06	0,26	0,24
Hørfrø	920	26,4	1,99	1,96	297	147	167	160	170	290	276	F	B	1,65	0,05	0,10	0,32	0,31
Kagemix	944	19,2	1,51	1,47	197	46	70	72	76	40	34	F		0,45	0,02	0,04	0,04	0,04
Kartoffelprotein	903	22,2	1,24	1,18	105	0	18	94	99	55	47	F		2,54	0,03	0,06	0,06	0,05
Kokoskage	929	21,1	0,98	1,14	556	295	337	350	350	271	271		B	0,64	0,12	0,21	0,30	0,30
Kornbærme (DDGS)	894	20,5	1,02	1,06	343	47	97	302	330	285	244	F		1,07	0,10	0,19	0,32	0,27
Lucernegrønmel	920	18,5	0,39	0,60	639	172	250	271	283	462	446	F	B	0,63	0,09	0,17	0,52	0,50
Lupin	794	20,0	0,92	1,14	582	468	486	317	337	149	121	F	B	0,64	0,11	0,20	0,17	0,14
Majs	774	18,7	1,41	1,35	141	24	44	39	50	97	81	F	B	0,65	0,01	0,03	0,11	0,09
Majsfodermel	882	19,7	1,27	1,25	220	40	70	70	70	147	147		B	0,64	0,02	0,04	0,16	0,16
Majsglutenfoder	887	18,8	0,81	0,91	440	109	164	232	267	308	257	F	B	0,64	0,08	0,16	0,35	0,29
Palmekage	906	20,2	0,39	0,63	753	173	274	394	394	354	354		B	1,58	0,13	0,23	0,40	0,40
Palmeolie	995	39,3	3,83	3,56	100	0	5	1	1	120	120	F		6,27	0,00	0,00	0,13	0,13
Rapsfrø	925	29,1	2,24	2,21	332	179	198	115	133	182	156	F		0,77	0,04	0,08	0,20	0,17

Fodermidler	TS	BE	FEsv	FEso	UTSi	FMK	FMKso	Fermenterbare fibre		Ufordøjet OS		Foder		Enterisk metan		Metan fra stald og lager		
	g/kg	MJ/kg TS	FEsv/kg TS	FEso 2023/kg TS	g/kg TS									Grise	Søer	Grise	Søer	Grise
	kg CO2e/kg TS																	
Rapskage	895	21,8	1,03	1,16	479	261	294	163	178	247	226	F	B	0,55	0,05	0,10	0,28	0,25
Rapsskrå	888	19,6	0,83	0,97	474	253	287	172	188	291	268	F	B	0,53	0,06	0,11	0,33	0,30
Ris	878	18,3	1,53	1,44	39	14	18	24	24	30	30		B	0,64	0,01	0,01	0,03	0,03
Roepiller	898	17,3	0,51	0,91	889	747	770	581	608	231	192	F	B	0,59	0,20	0,36	0,26	0,21
Rug	850	18,2	1,30	1,28	185	72	91	118	123	114	106	F	B	0,41	0,04	0,07	0,13	0,12
Skummetmælkspulver	960	18,2	1,34	1,26	48	13	15	58	58	29	29	F	B	8,20	0,02	0,03	0,03	0,03
Sojabønner, toasted	904	23,7	1,54	1,58	329	236	247	59	116	215	132	F		0,95	0,02	0,07	0,24	0,15
Sojakage	930	21,1	1,17	1,24	341	238	252	185	219	128	79	F		0,89	0,06	0,13	0,14	0,09
Sojaolie	995	39,3	4,06	3,78	100	0	5	0	0	120	120	F		1,96	0,00	0,00	0,13	0,13
Sojaproteinkonc,	934	19,9	1,10	1,14	275	197	207	229	255	97	59	F		1,81	0,08	0,15	0,11	0,07
Sojaproteinkonc,	922	20,3	1,04	1,10	296	202	215	141	151	88	69	F	B	1,81	0,05	0,09	0,10	0,08
Sojaskaller	875	18,1	0,13	0,54	983	524	604	391	508	436	269	F		0,67	0,13	0,30	0,49	0,30
Sojaskrå, afskallet, toasted	872	19,6	1,07	1,13	295	214	224	221	221	112	112		B	1,00	0,07	0,13	0,13	0,13
Sojaskrå, toasted	876	19,5	1,00	1,09	357	253	267	204	221	123	97	F	B	1,00	0,07	0,13	0,14	0,11
Solsikkekage	933	20,8	1,01	1,11	447	176	220	159	177	315	289	F	B	1,13	0,05	0,10	0,35	0,32
Solsikkekrå	900	19,4	0,73	0,87	484	205	251	193	228	308	257	F		1,03	0,06	0,13	0,35	0,29
Sukkerroemelasse	740	15,7	1,05	0,99	69	29	29	45	51	119	110	F	B	0,38	0,01	0,03	0,13	0,12
Sukkerrøremelasse	726	15,0	0,94	0,89	95	22	24	47	53	181	172	F	B	0,35	0,02	0,03	0,20	0,19
Svinefedt	995	39,2	3,83	3,57	97	0	5	4	4	155	155	F	B	1,63	0,00	0,00	0,17	0,17
Tapioka	870	16,5	1,17	1,19	247	134	151	56	56	94	94		B	0,64	0,02	0,03	0,10	0,10
Triticale	852	18,1	1,33	1,30	157	53	70	57	67	113	99	F		0,39	0,02	0,04	0,13	0,11
Vallepulver	970	15,7	1,41	1,32	47	21	21	57	57	37	37	F	B	1,39	0,02	0,03	0,04	0,04
Ærter	852	18,4	1,18	1,21	257	153	169	107	117	128	113	F	B	0,39	0,04	0,07	0,14	0,13