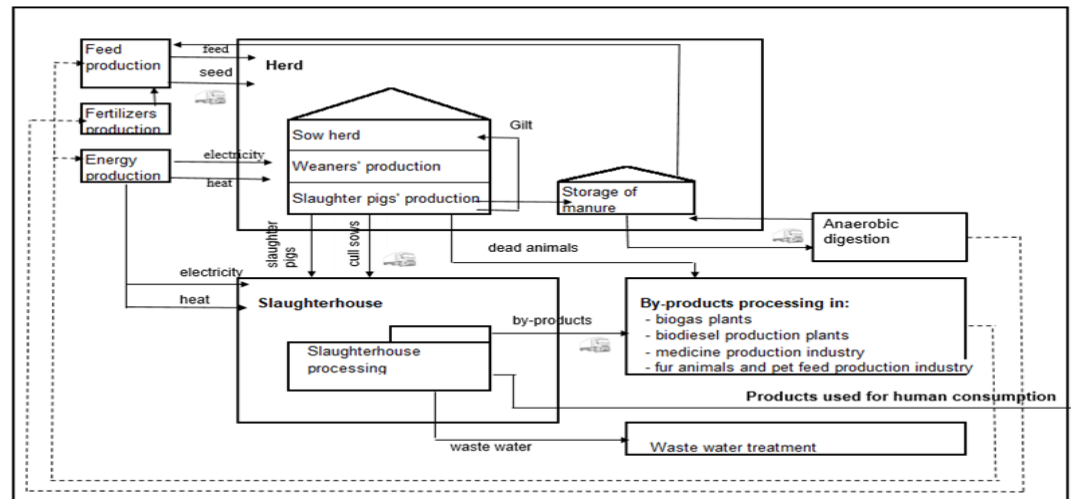


# Model CSR-PORK

## udvikling og metode til miljø- og klimaberegninger

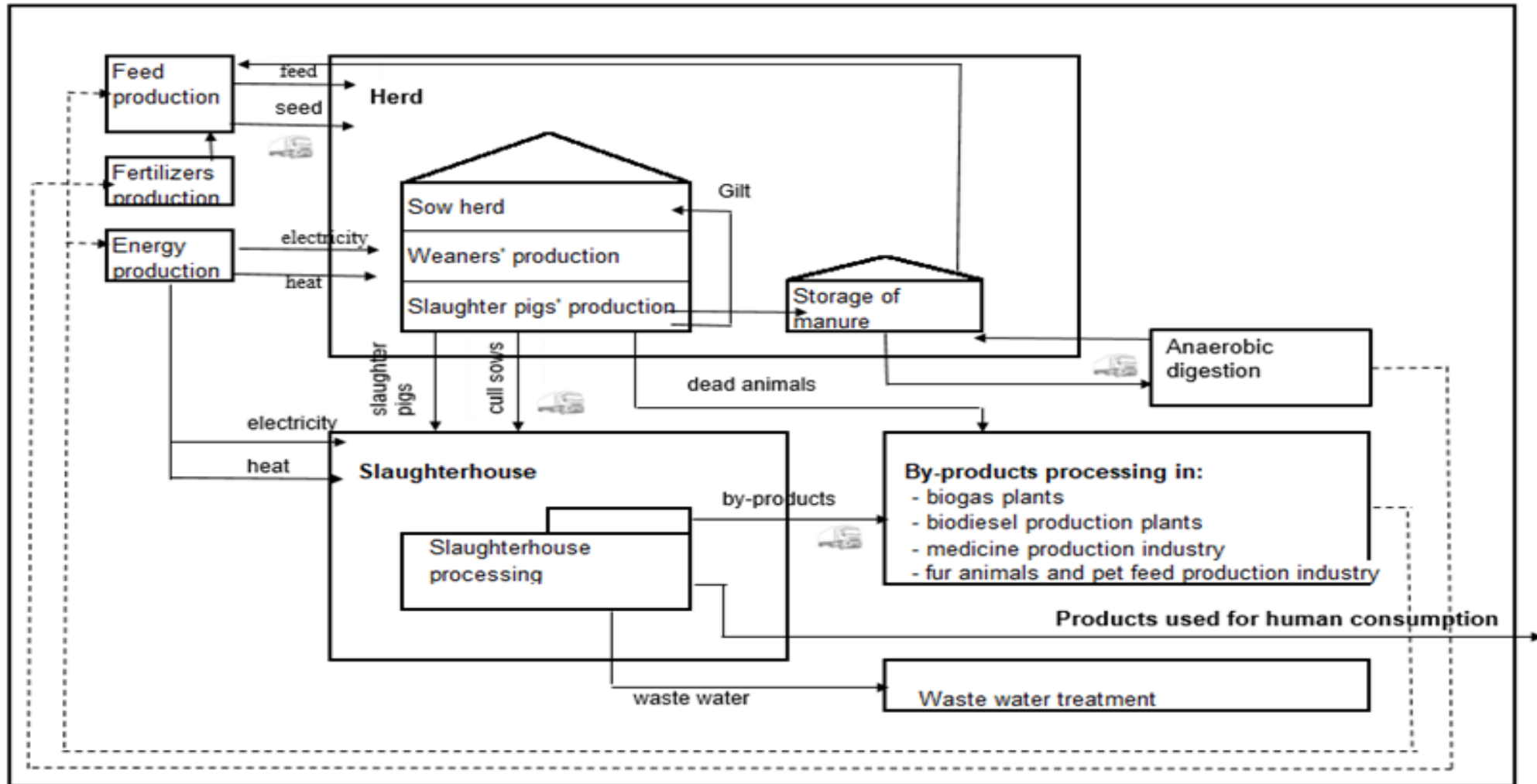
Troels Kristensen  
Aarhus Universitet  
Institut for Agroøkologi



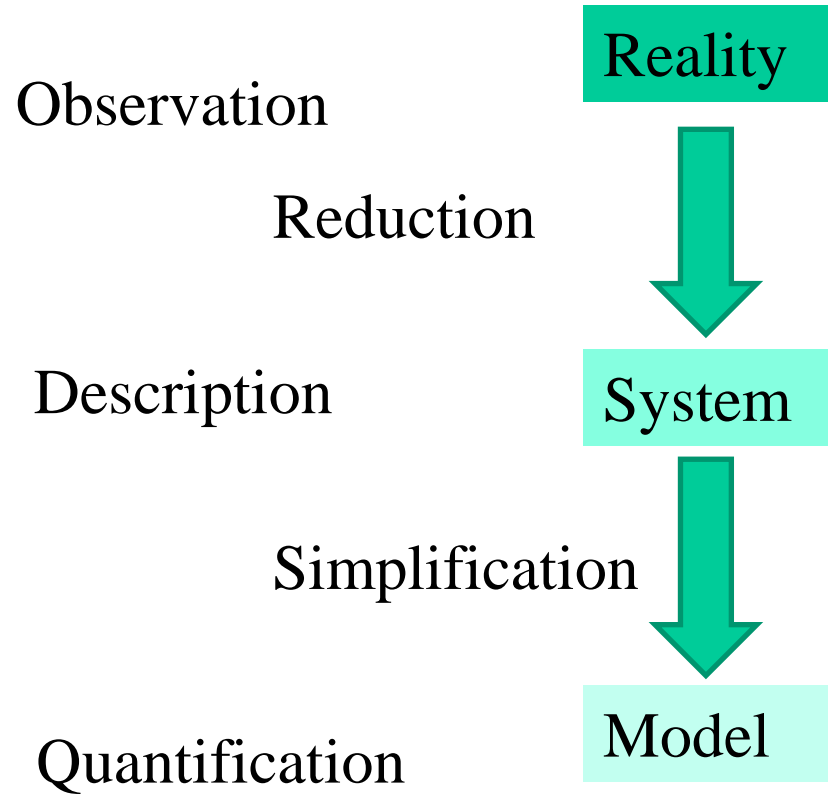
- 
- Miljøkategori
- 
- Globalopvarmningspotentiale,  
kg CO<sub>2</sub> eq.
- Næringstofberigelse,  
kg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> eq.
- Forsuring, kg SO<sub>2</sub> eq.
- Fossilt energiforbrug, MJ
- Arealanvendelse, m<sup>2</sup>
- 

Indlæg v. Klima på grisen – 12. maj 2022

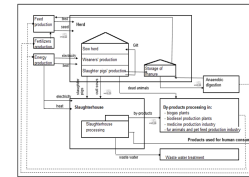
# System model of the production chain for pork



# System approach



Perspective



**Kødproduktion bidrager også til klimaforandringer, og det skal vi håndtere.**

Purpose

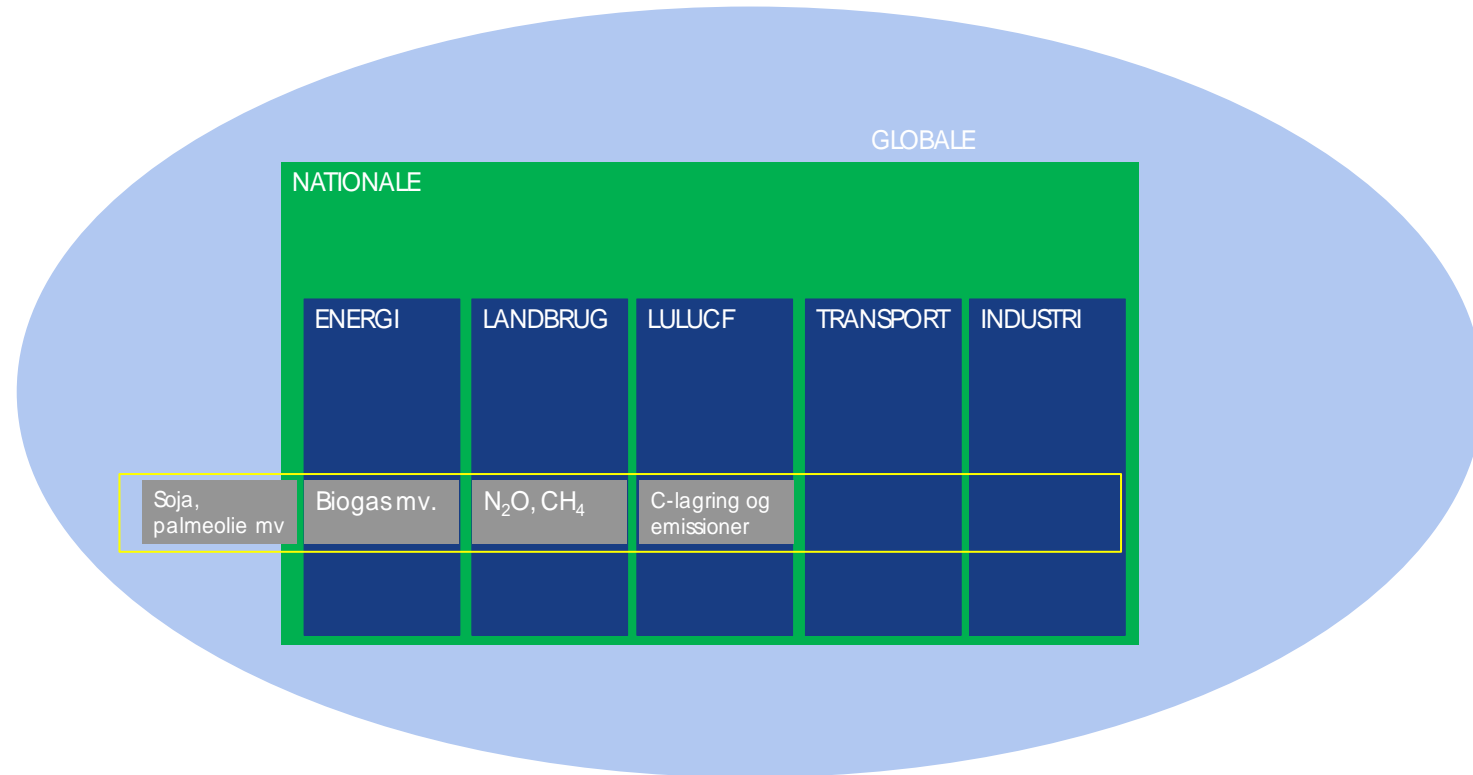
**Fremtidens klimaløsninger**

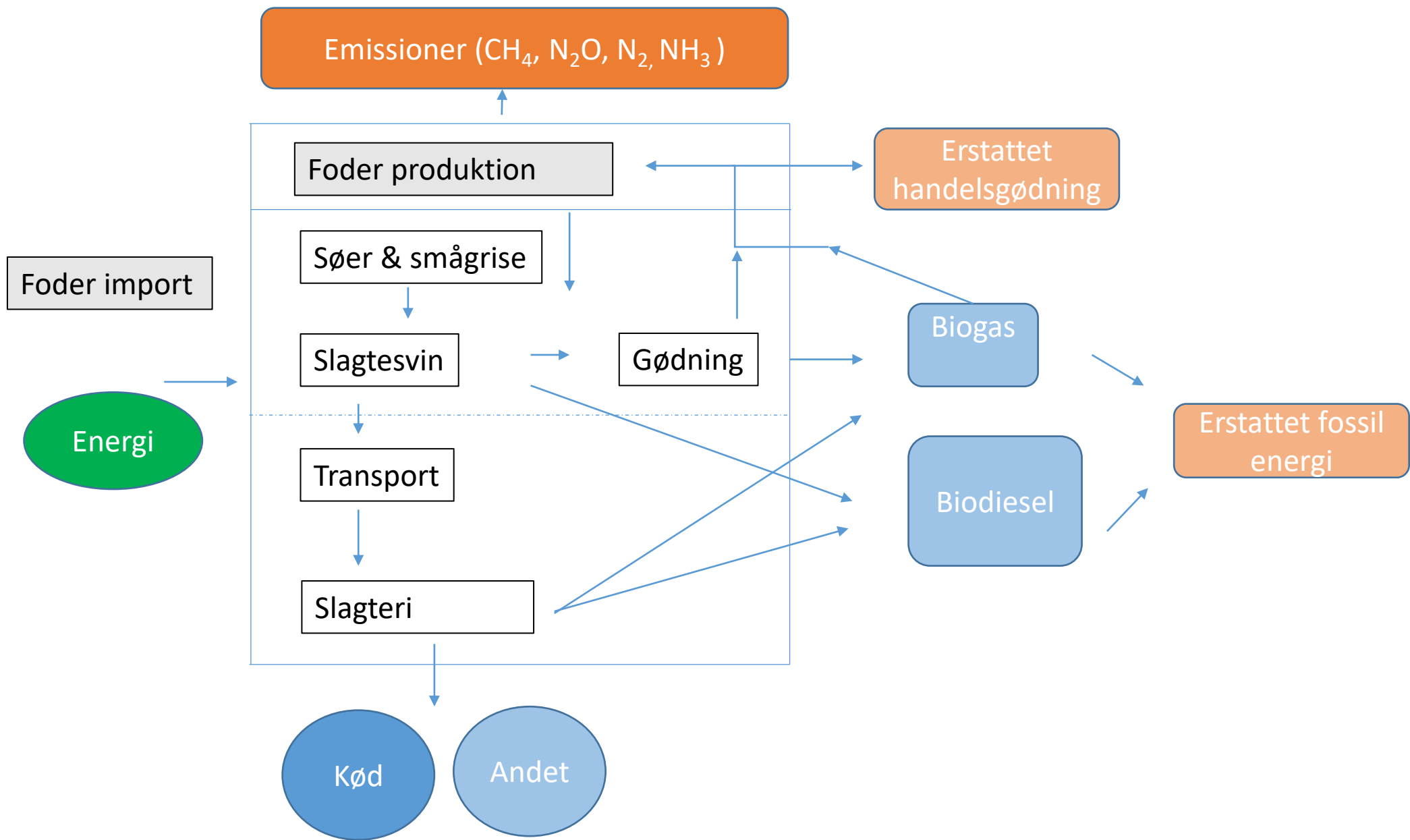


Tabell 3. Klima- og miljøpåvirkning fra primærproduktionen i henholdsvis 1990, 2005 og 2016 opgjort henholdsvis per produceret slagtestein og per kg levende vægt (LW).

Miljøkategori	1990	2005	2016
Per produceret slagtestein			
Producerede slagtestein, stk per draso	20,7	22,9	30,0
Global opvarmingspotentiale, kg CO <sub>2</sub> eq	419	308	261
Næringsstofberigelse, g PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq	2627	2253	1727
Forsuring, g SO <sub>2</sub> eq	6563	3640	2987
Fossilt energiforbrug, MJ	1491	1130	861
Arealanvendelse, m <sup>2</sup>	569	538	492
Per kg levende vægt (LW)			
Levende vægt produceret, kg per draso	2054	2389	2344
Global opvarmingspotentiale, kg CO <sub>2</sub> eq	4,1	3,0	2,3
Næringsstofberigelse, g PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq	26	22	16
Forsuring, g SO <sub>2</sub> eq	65	35	27
Fossilt energiforbrug, MJ	15	11	8
Arealanvendelse, m <sup>2</sup>	5,6	5,2	4,4

# System perspektiv – nationalt, globalt eller LCA





# Principper for beregning

Produktionsdata fra specifik besætning

X

Standard emissions faktorer (DK niveau)

**Men – ikke helt simpelt når det skal beregnes**

$$=(\text{\$E\$50}/100*\text{\$E\$48}*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$50}; \text{feed}; 9; \text{FALSK})/100*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$50}; \text{feed}; 242; \text{FALSK})+\text{\$E\$51}/100*\text{\$E\$48}*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$51}; \text{feed}; 9; \text{FALSK})/100*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$51}; \text{feed}; 242; \text{FALSK})+\text{\$E\$52}/100*\text{\$E\$48}*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$52}; \text{feed}; 9; \text{FALSK})/100*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$52}; \text{feed}; 242; \text{FALSK})+\text{\$E\$53}/100*\text{\$E\$48}*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$53}; \text{feed}; 9; \text{FALSK})/100*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$53}; \text{feed}; 242; \text{FALSK})+\text{\$E\$54}/100*\text{\$E\$48}*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$54}; \text{feed}; 9; \text{FALSK})/100*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$54}; \text{feed}; 242; \text{FALSK})+\text{\$E\$55}/100*\text{\$E\$48}*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$55}; \text{feed}; 9; \text{FALSK})/100*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$55}; \text{feed}; 242; \text{FALSK})+\text{\$E\$56}/100*\text{\$E\$48}*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$56}; \text{feed}; 9; \text{FALSK})/100*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$56}; \text{feed}; 242; \text{FALSK})+\text{\$E\$57}/100*\text{\$E\$48}*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$57}; \text{feed}; 9; \text{FALSK})/100*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$57}; \text{feed}; 242; \text{FALSK})+\text{\$E\$58}/100*\text{\$E\$48}*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$58}; \text{feed}; 9; \text{FALSK})/100*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$58}; \text{feed}; 242; \text{FALSK})+\text{\$E\$59}/100*\text{\$E\$48}*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$59}; \text{feed}; 9; \text{FALSK})/100*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$59}; \text{feed}; 242; \text{FALSK})+\text{\$E\$60}/100*\text{\$E\$48}*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$60}; \text{feed}; 9; \text{FALSK})/100*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$60}; \text{feed}; 242; \text{FALSK})+\text{\$E\$61}/100*\text{\$E\$48}*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$61}; \text{feed}; 9; \text{FALSK})/100*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$61}; \text{feed}; 242; \text{FALSK})+\text{\$E\$62}/100*\text{\$E\$48}*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$62}; \text{feed}; 9; \text{FALSK})/100*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$62}; \text{feed}; 242; \text{FALSK})+\text{\$E\$63}/100*\text{\$E\$48}*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$63}; \text{feed}; 9; \text{FALSK})/100*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$63}; \text{feed}; 242; \text{FALSK})+\text{\$E\$64}/100*\text{\$E\$48}*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$64}; \text{feed}; 9; \text{FALSK})/100*\text{LOPSLAG}(\text{\$B\$64}; \text{feed}; 242; \text{FALSK}))*\text{E20}$$

## Data input – væsentlige områder

### Bedriften

Sammensætning af foderrationen

Produktivitet

- Foderforbrug
- Tilvækst

Stald- og gødningssystem

Gødningsteknologier

### Slagteriet

Udnyttelse af grisen

Resource forbrug

Håndtering af affald

## Resultat fra model – bedriften (per produceret gris eller per kg levende vægt) og slagteriet ( per kg slagtekrop eller per kg kød)

Tabel 3. Klima- og miljøpåvirkning fra primærproduktionen i henholdsvis 1990, 2005 og 2016 opgjort henholdsvis per produceret slagtesvin og per kg levende vægt (LW).

Miljøkategori	1990	2005	2016
Per produceret slagtegris			
<i>Producerede slagtesvin, stk per årssø</i>	20,3	22,9	30,0
Global opvarmningspotentiale, kg CO <sub>2</sub> eq.	419	308	261
Næringsstofberigelse, g PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq.	2627	2253	1727
Forsuring, g SO <sub>2</sub> eq.	6563	3640	2987
Fossilt energiforbrug, MJ	1491	1130	861
Arealanvendelse, m <sup>2</sup>	569	538	492
Per kg levende vægt (LW)			
<i>Levende vægt produceret, kg per årssø</i>	2054	2389	3344
Global opvarmningspotentiale, kg CO <sub>2</sub> eq.	4,1	3,0	2,3
Næringsstofberigelse, g PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq.	26	22	16
Forsuring, g SO <sub>2</sub> eq.	65	35	27
Fossilt energiforbrug, MJ	15	11	8
Arealanvendelse, m <sup>2</sup>	5,6	5,2	4,4

Tabel 5. Produkt påvirkningen indenfor fem miljøkategorier vist som bidrag fra henholdsvis landbrugsbedriften og slagteriet (sum af transport, forbrug og modregnet) samt summeret, og udtrykt henholdsvis per kg slagtekrop (CW) øverst og per kg kød (HW) nederst i henholdsvis 1990, 2005 og 2016.

Miljøkategori	Landbrug			Slagteri			Sum		
	1990	2005	2016	1990	2005	2016	1990	2005	2016
Per kg slagtekrop (CW)									
<i>Kg slagtekrop per årssø</i>							1561	1815	2544
Global opvarmningspotentiale, kg CO <sub>2</sub> eq.	5,5	3,9	3,1	0,35	0,27	0,18	5,8	4,2	3,2
Næringsstofberigelse g PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq.	34	28	20	0,11	0,05	0,00	34	29	20
Forsuring, g SO <sub>2</sub> eq.	85	46	35	0,6	0,5	0,2	86	47	35
Fossilt energiforbrug, MJ	19	14	10	5,0	3,9	2,4	24	18	13
Arealanvendelse, m <sup>2</sup>	7,4	6,8	5,8				7,4	6,8	5,8
Per kg kød (HW)									
<i>Kg kød per årssø</i>							1633	1899	2805
Global opvarmningspotentiale, kg CO <sub>2</sub> eq.	5,2	3,7	2,8	0,33	0,26	0,16	5,5	4,0	2,9
Næringsstofberigelse g PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq.	33	27	19	0,11	0,05	0,00	33	27	19
Forsuring, g SO <sub>2</sub> eq.	82	44	32	0,6	0,5	0,2	82	45	32
Fossilt energiforbrug, MJ	18	14	9	4,8	3,7	2,2	23	17	11
Arealanvendelse, m <sup>2</sup>	7,1	6,5	5,3				7,1	6,5	5,3



## **Overvejelser**

Kulstof jord – foderproduktion

Areal ændringer (LUC) – afskovning før foderproduktion

Modregning af energi mv. ved biogas, slagteaffald

Værdi af husdyrgødning

## Usikkerhed på produktionsdata og emissionsfaktor

Table 5.31 Uncertainties values for activity data and emission factors for CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O and CO<sub>2</sub>.

CRF category	Emission factor	Uncertainties value for activity data, %	Uncertainties value for emission factor, %
<u>3A Enteric Fermentation</u>	CH <sub>4</sub>	2	20
<u>3B Manure Management</u>			
	CH <sub>4</sub>	5	20
	N <sub>2</sub> O	25	100
3B5 Atmospheric Deposition	N <sub>2</sub> O	16	100
<u>3D Agricultural Soils</u>			
3Da Direct soil emissions			
3Da1 Inorganic N fertiliser	N <sub>2</sub> O	3	100
3Da2a Animal manure applied to soils	N <sub>2</sub> O	25	100
3Da2b Sewage sludge applied to soils	N <sub>2</sub> O	15	100
3Da2c Other organic fertiliser applied to soils	N <sub>2</sub> O	20	100
3Da3 Urine and dung deposited by grazing animals	N <sub>2</sub> O	10	100
3Da4 Crop Residues	N <sub>2</sub> O	25	100
3Da5 Mineralization	N <sub>2</sub> O	50	100
3Da6 Cultivation of organic soils		20	100
3Db Indirect soil emissions			
3Db1 Atmospheric deposition	N <sub>2</sub> O	16	100
3Db2 Leaching	N <sub>2</sub> O	20	100

## Udledningen af lattergas fra foderproduktionen – N pr ha og emissionsfaktor (EF)

**Table 4.2.** Udvalgte resultater for emission af lattergas fra landbrugsjord i forsøg gennemført ved Aarhus Universitet. Den sidste kolonne angiver emissionsfaktorer (EF) for den pågældende kombination af jordtype, afgrøde og tilførsel af kvælstof i gødning, efterafgrøder eller afgrøderester. Bemærk, at længden af måleperioden varierer mellem 110 og 390 dage.

	Længde	Jordtype	Afgrøde	System	Kvælstof kg N/ha	Gødnings- type	Efterafgrøder kg N/ha	Afgrøde- rester	N2O-emission kg N/ha	EF
Chirinda et al. 2010	390	JB4	Vinterhvede	konv, C4	165	AN	-	-	0,91	0,006
Chirinda et al. 2010	390	JB4	Vinterhvede	økol, O4	108	SG	-	-	0,68	0,006
Chirinda et al. 2010	390	JB4	Vinterhvede	økol, O4	108	SG	+ a	-	0,81	0,008
Chirinda et al. 2010	390	JB4	Vinterhvede	økol, O2	102	ASG	+	-	0,63	0,006
Chirinda et al. 2010	390	JB6	Vinterhvede	konv, C4	170	AN	-	-	1,60	0,008
Chirinda et al. 2010	390	JB6	Vinterhvede	økol, O4	101	SG	-	-	0,82	0,007
Chirinda et al. 2010	390	JB6	Vinterhvede	økol, O4	101	SG	+	-	0,63	0,005
Chirinda et al. 2010	390	JB6	Vinterhvede	økol, O2	101	SG	+	-	0,93	0,008
Brozyna et al. 2013	365	JB4	Vårbyg	økol, O2	61	SG	-	53	0,90	0,008
Brozyna et al. 2013	365	JB4	Kløvergræs	økol, O2	-	0	-	38	0,40	0,011
Brozyna et al. 2013	365	JB4	Kartofler	økol, O2	112	SG	-	90	1,20	0,006
Brozyna et al. 2013	365	JB4	Vinterhvede	økol, O2	107	SG	63	33	0,50	0,002
Li et al. 2014	365	JB4	Kløver, vårbyg	konv	-	-	107	-	0,82	0,008
Li et al. 2014	365	JB4	kl.græs, vårbyg	konv	-	-	91	-	0,83	0,009
Li et al. 2014	365	JB4	vikke, vårbyg	konv	-	-	99	-	0,68	0,007
Li et al. 2014	365	JB4	olieræd., vårbyg	konv	-	-	66	-	1,45	0,022
Li et al. 2014	365	JB4	græs, vårbyg	konv	-	-	55	-	0,52	0,009
Li et al. 2014	365	JB4	brak, vårbyg	konv	-	-	31	-	0,71	0,023
Baral et al. 2017	110	JB4	Vårbyg	konv	476	KG+SS	-	-	1,97	0,004
Baral et al. 2017	110	JB4	Vårbyg	konv	191	KG	-	-	0,70	0,004
Baral et al. 2017	110	JB4	Vårbyg	konv	152	SG	-	-	0,26	0,002
Baral et al. 2017	110	JB4	Vårbyg	konv	167	AG	-	-	0,19	0,001
Baral et al. 2017	110	JB4	Vårbyg	konv	100	AS	-	-	0,19	0,002
Baral et al. 2017	110	JB4	Vårbyg	konv	-	-	-	-	0,02	-
a Sædsifte med efterafgrøder.										
NS: ammoniumsulfat; AN - ammoniumnitrat; AS: ammoniumsulfat; KG: kvæggylle; SG: Svinegylle;										
G: Gylle; AG: afgasset gylle; ASG: Afgasset svinegylle; SS: spildevands slam, afgasset og afvandet										

Gødning tildelt

Standard EF 0,01

# Spredning i klimapåvirkning simuleret ud fra variation og usikkerhed I data og EF

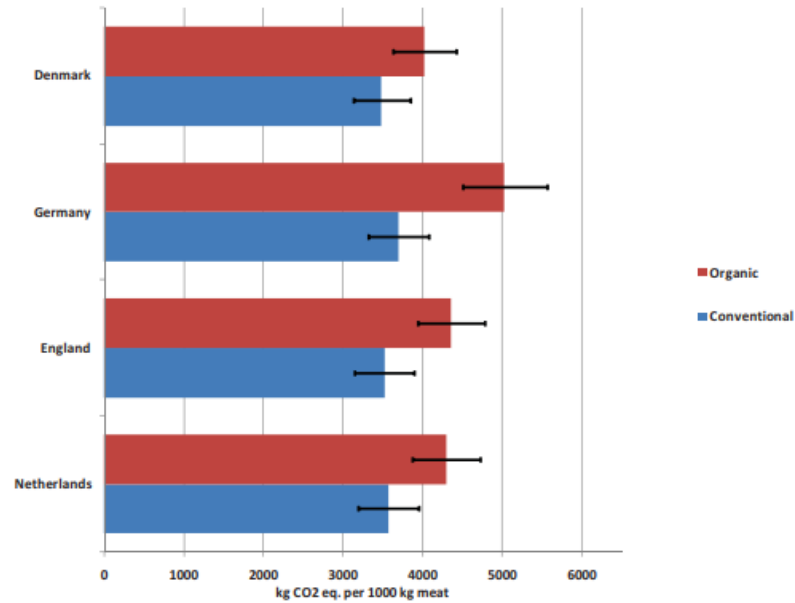
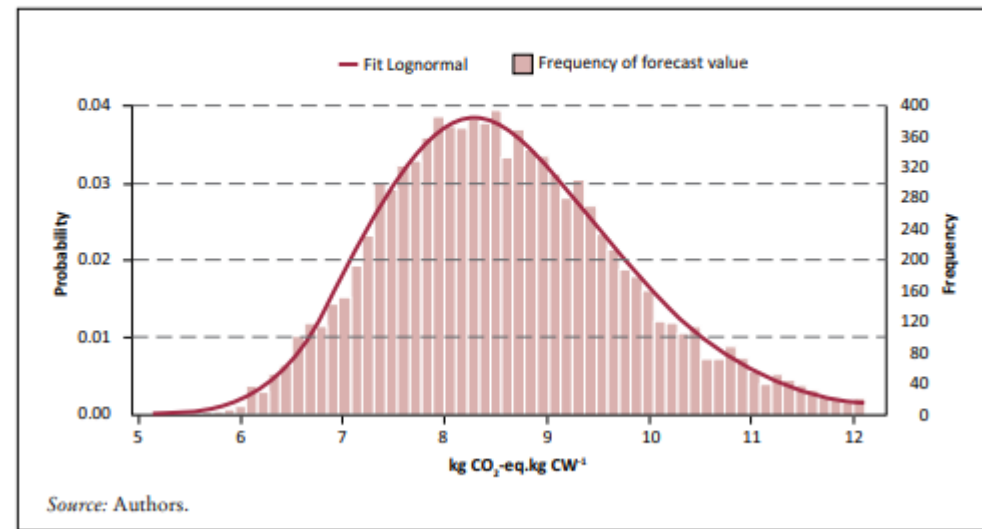


Figure 4.5 Carbon footprint of 1000 kg organic and conventional pork (fresh meat at slaughterhouse) compared.

Figure 24.

Distribution of results of the Monte Carlo simulation for industrial pigs in the United Kingdom (10 000 runs)



## **Model PORK 4.0 - opsummering**

### **Statisk flow model – aLCA perspektiv baseret på bedrifts- og slagteridata kombineret med DK-standard emissionsfaktorer**

- Kvælstofkredsløb (gødning, foderprotein) + (lattergas, ammoniak)
- Kulstofkredsløb (gødning, foder, strøelse) + (metan)
- Energi (el, diesel)
  
- Staldtype
- Teknologier i stald og lager (forsuring, biogas)
  
- Produkter (grise / kød, døde dyr, affald, energi)
  
- Resultat enhed (kg levende vægt, kg kød)