

Klima- og miljøpåvirkning ved produktion af grisekød – år 1990, 2005 og 2016

Rådgivningsrapport fra DCA – National Center for Fødevarer og Jordbrug

Heidi Mai-Lis Andersen, Lisbeth Mogensen, Troels Kristensen

Institut for Agroøkologi

Datablad

Titel:	Klima- og miljøpåvirkning ved produktion af grisekød – år 1990, 2005 og 2016
Forfatter(e):	Akademisk medarbejder Heidi Mai-Lis Andersen, lektor Lisbeth Mogensen, seniorforsker Troels Kristensen, Institut for Agroøkologi
Fagfællebedømmelse:	Seniorforsker Anne Grete Kongsted og Seniorforsker Uffe Jørgensen, Institut for Agroøkologi, professor Jan Værum Nørgaard, Institut for Husdyrvidenskab og Professor Marianne Thomsen, Institut for Miljøvidenskab, DCE
Kvalitetssikring, DCA:	Specialkonsulent Lene Hegelund og specialkonsulent Ulla Sonne Bertelsen, DCA Centerheden
Rekvirent:	Danish Crown
Dato for bestilling/levering:	Januar 2021/ juli 2021
Journalnummer:	2020-0187201, DC-baseline 1990
Finansiering:	Besvarelsen er udarbejdet efter kontrakt indgået pr januar 2021 mellem Danish Crown og Aarhus Universitet "Miljøpåvirkning ved produktion af grisekød – opdatering af værdier for 2005 og 2016, samt beregning af baseline 1990" (gengivet fra kontrakten).
Ekstern kommentering:	Ja. Danish Crown har haft mulighed for at kommentere på et udkast. Kommentarer og AGROs håndtering af disse fremgår af et kommentarark, som kan findes via dette link: https://bit.ly/3wid2vY
Eksterne bidrag:	Ja. Danish Crown har bidraget med data omkring transport af grise til slagteriet, ressourceforbrug og affaldshåndtering på slagteriet, samt opsplitning af grisen i produktkategorier.
Kommentarer til besvarelse:	Metodevalg, bearbejdning af data og skrivning af rapporten er udført af forfatterne. Rapporten præsenterer resultater, som ved rapportens udgivelse ikke har været i eksternt peer review eller er publiceret andre steder. Ved en evt. senere publicering i tidsskrifter med eksternt peer review vil der derfor kunne forekomme ændringer.
Citeres som:	Andersen H M-L, Mogensen L, Kristensen T. 2021. Klima- og miljøpåvirkning ved produktion af grisekød – år 1990, 2005 og 2016. 28 sider. Rådgivningsrapport fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet, leveret: 07.07.2021.
Rådgivning fra DCA:	Læs mere på https://dca.au.dk/raadgivning/

Forord

Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi (AU AGRO) har efter aftale med Danish Crown (DC) lavet en opdatering af tidligere beregninger af klima- og miljøpåvirkning i 2005 og 2016 ved produktion af grisekød, samt med tilsvarende metode, en beregning af niveauet for klima- og miljøpåvirkning fra grisekød produceret i 1990.

Beregningerne i den tidligere opgørelse (Dorca-Preda et al., 2019) blev foretaget med den daværende version af en statisk model til beregning af produktionen af grisekød og de tilknyttede miljø- og klimaaftryk baseret på en livscyklusvurdering (LCA) i hele produktkæden fra foderproduktion til grisekødet er klart til af forlade slagteriet. Modellen "CSR-PORK" er udarbejdet i regi af GUDP projektet "CSR-Pork 4.0 - Dokumenteret bæredygtighed og ressource optimering i hele svinekødets værdikæde". I projektperioden er der arbejdet med udvidelser og validering af modellen. I forbindelse med denne fortsatte modeludvikling er der behov for at resultaterne fra den tidligere opgørelse opdateres.

Formålet med denne rapport er således dels at dokumentere emissionen af klimagasser i produktionskæden frem til efter slagteri for dansk svineproduktion i 1990, samt at opdatere beregninger af emissionen i 2005 og 2016 efter opdateringen af den anvendte model.

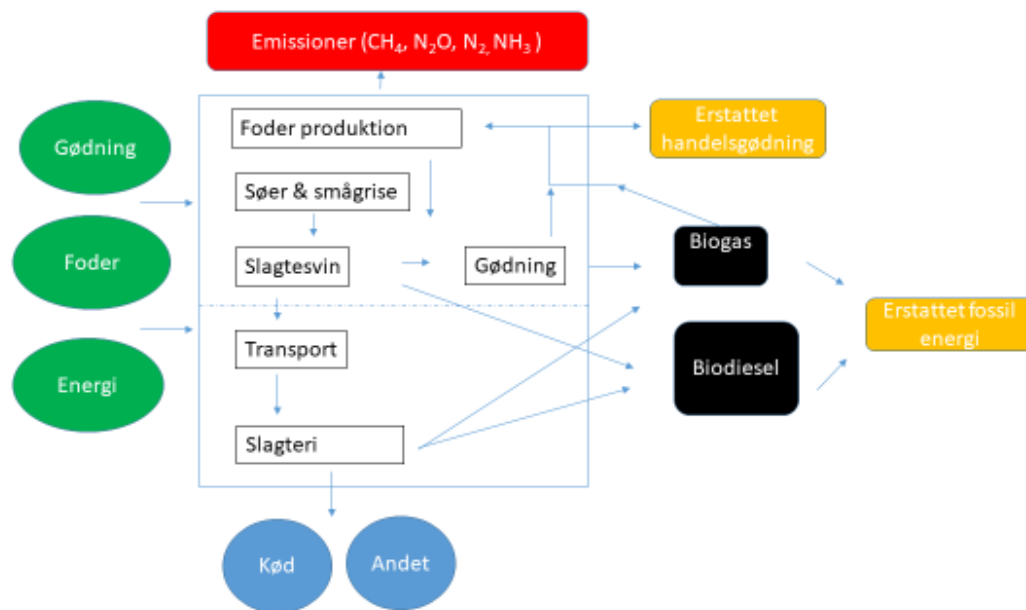
Rapporten indeholder 2 dele - en oversigt over hovedresultater vedr. udvikling i produktionsforhold og betydningen heraf for vigtigste miljøindikatorer og et appendiks med de bagvedliggende forudsætninger. Herudover henvises til Dorca-Preda et al. (2021) for mere detaljeret beskrivelse af metodegrundlag for den nu anvendte model. Det skal dog bemærkes, at der er mindre forskelle mellem den i denne rapport anvendte udgave og modellen dokumenteret i Dorca-Preda et al. (2021).

Indhold

1. Introduktion	5
2. Materiale og metoder	6
2.1. Miljøkategorier	6
2.2. Produktionsdata	7
3. Resultater	8
3.1. Primærproduktionen	8
3.2. Slagteri	11
3.3. Følsomhed	14
4. Sammendrag	15
5. Litteratur	15
Appendiks	187

1. Introduktion

I kæden fra der produceres foder på marken til slagtegrisen slages og kødet er klar til videre forarbejdning anvendes der en række ressourcer som foder, energi og gødning og undervejs er der tab af f.eks. kvælstof og udledning af drivhusgasser som kan forårsage en belastning af omgivelserne.



Figur 1. Illustration af produktkæden for grisekød fra foderproduktion, svineproduktion og slagting til grisekød.

I figur 1 er illustreret nogle af de væsentligste input og output i produktkæden for grisekød, hvor der på svinebedriften produceres foder, som sammen med supplerende foderindkøb, anvendes til søer, smågrise og slagtesvin. Grisene vil udnytte en betydelig del af foderets energi og næringsstofindhold til vækst, men nogle af næringsstofferne vil udskilles med gødningen. Husdyrgødningen kan anvendes på bedriften til erstatning for handelsgødning i marken enten før eller efter biogas. Ved anvendelse af husdyrgødning til biogas modregnes emissionerne fra den fortrængte fossile energi fra primær produktionens emissioner. Tilsvarende kan der udnyttes affald fra slagteriet til f.eks. biogas eller biodiesel. Herudover vil dele af grisen kunne udnyttes til andre formål end kød til human forbrug, f.eks. i medicinalindustrien eller som foder til kæledyr. Undervejs i kæden sker der en udledning af forskellige luftformige stoffer (emissioner) heriblandt ammoniak og klimagasserne kuldioxid, lattergas og metan som på forskelligvis kan være skadelige for miljø og klima.

Baseret på ovenstående definition af produktkæden for grisekød er det beregnet, hvorledes produktionen og de afledte emissioner har udviklet sig i perioden fra 1990 til 2016. Der er taget udgangspunkt i 1990, idet dette er referenceåret for de forpligtigelser som Danmark har i henhold til EU aftaler om reduktion af emissioner.

2. Materiale og metoder

Beregningerne er gennemført som en livscyklus vurdering (LCA) baseret på gennemsnitlige data for produktion og ressourceforbrug. Der er ikke lavet nogen opdeling i forhold til det globale, nationale eller sektoropdelte perspektiv som i den nationale emissionsopgørelser (Nielsen et al (2020)).

2.1 Miljøkategorier og beregninger

Der er lavet beregninger for fem miljøkategorier:

- a) Global opvarmningspotentiale (Global warming potential, GWP) i CO₂ eq.
- b) Næringsstofberigelse af ferske vande (Eutrophication potential, EP) i PO₄³⁻ eq.
- c) Forsuring (Acidification Potential, AP) i SO₂ eq.
- d) Fossilt energiforbrug (Nonrenewable energy, NRE) i MJ
- e) Areal anvendelse (Land occupation, LO) i m²

Miljøpåvirkningen er summen af alle bidrag i hele produktionssystemet, herunder bidragene knyttet til de ressourcer, der indkøbes, som handelsgødning og foder, og emissionerne direkte på bedriften og slagteriet. Der er lavet beregninger ud fra to systemafgrænsninger, henholdsvis ab gård og ab slagteri, defineret som slagtekroppen klar til videre forarbejdning. Fra gården udtrykkes emissionen i forhold til kg levende slagtegris leveret til slagteriet (Live Weight: LW). Fra slagteriet, incl. bidraget fra primærproduktionen og transport af grisen til slagteriet udtrykkes emissionen dels i forhold til kg slagtekrop (Carcass Weight: CW) dels i forhold til kg som kan udnyttes til humant forbrug (Human edible product Weight; HW), hvilket herefter er omtalt som kg kød.

Der er i produktionssystemet mere end et produkt, hvorfor det er nødvendigt at kunne fordele miljøpåvirkninger mellem de enkelte produkter, via enten systemudvidelse eller allokering. Der er anvendt økonomisk allokering til at fordele emissionen fra soholdet på henholdsvis søer og smågrise ud fra den økonomiske værdi af henholdsvis slagtesøer og fravænnede grise. For husdyrgødning og anvendelse af døde dyr fra primærproduktionen, affald på slagteriet, samt for øvrige biprodukter fra slagteriet er der anvendt systemudvidelse idet disse antages at erstatte andre produkter på markedet. De erstattede produkter bliver anset som fortrængte på markedet ved systemudvidelsen og miljøgevinsten herved modregnes emission knyttet til hovedproduktet, grisekød. F.eks. vil landbrugets emissioner blive reduceret ved, at den andel af husdyrgødning, der udnyttes til planteproduktion, erstatter forbruget af handelsgødning og udnyttelse af gødning via biogas erstatter fossil energi. På slagteriet er der også en energiproduktion via biogas samt en fortrængning via udnyttelsen af biprodukter på slagterier, f.eks. anvendelse som foder til kæledyr og pelsdyr samt til produktion af medicin.

Global opvarmningspotentiale udtrykt i CO₂ eq. er beregnet med GWP₁₀₀ potentiale for N₂O på 265 og GWP₁₀₀ potentiale for CH₄ på 25,25 (Ponsioen (2014)).

2.2. Produktionsdata

Produktionsdata vedrørende griseholdet er baseret på data fra effektivitetskontrol fra Landsudvalget for Svin og senere SEGES fra de enkelte år (Appendiks 1.). Disse opgørelser dækker en betydende del af de danske svineproducenter, dog med væsentlig lavere andel i 1990 end i 2005 og 2016. Foderration til henholdsvis søer, smågrise og slagtesvin, der er modificeret ud fra Nguyen et al. (2011), er som udgangspunkt ens i alle år, men andel af byg og soja er reguleret så protein koncentration er i overensstemmelse med foderrationens protein indhold baseret på normerne for N udskillelse i husdyrgødningen i de enkelte år (tabel A1). Opstaldning af hhv. søer, smågrise og slagtesvin i forskellige staldd typer er baseret på opgørelser fra DCE for de enkelte år (Tabel A2).

Emissionen af N er baseret på kg N ab dyr beregnet i modellen kombineret med de nationale emissionsfaktorer for NH₃ og N₂O (Nielsen et al., 2019) afhængig af staldd type (tabel A2) og gødningsteknologier (tabel A4 og A5) og andel af gødning der anvendes til biogas (tabel A3). I de nationale opgørelser er der over tid sket en revision af emissionsfaktorerne, men de seneste værdier fra Nielsen et al. (2019) er brugt inden for staldd type og teknologi uafhængig af årstal.

klima- og miljøpåvirkningen for byg, hvede og rapskage (tabel A11) er beregnet med metoden beskrevet i Mogensen et al. (2018), baseret på udbytte og gødningsinput for de enkelte år i de dansk producerede afgrøder (tabel A7) samt udvikling i emissioner fra input over tid. En afgørende forudsætning er af beregningerne er baseret på udelukkende anvendelse af handelsgødning, herudover er de i Appendiks angivne forudsætninger for klima- og miljøværdier for handelsgødning (tabel A10), el (tabel A8) og diesel (tabel A9) anvendt.

Udnyttelseskrav for husdyrgødning, der anvendes til at beregne værdien af fortrængt handelsgødning, følger Plantedirektoratets vejledning for hhv. 2005 og 2016. Første år med krav til udnyttelse var 1993, hvorfor den anvendte udnyttelse i 1990 (25% for gylle, 15% for andet gødning og dybstrøelse) er baseret på et skøn (Appendiks 2.1).

Danish Crown har leveret data, eller estimer, til beregninger af indtransport af grisene (tabel A13), ressourceforbrug på slagteriet (tabel A14) og opsplnitning af slagtegrisen i produktkategorier (tabel A15), samt anvendelsen heraf (tabel A16). Traditionelt laves der en omregning til kg slagtekrop (carcass) ud fra en standard slagteprocent på 76% (Anonym, 2017). I forhold til den andel af grisen, der reelt anvendes til humant konsum giver dette dog ikke et retvisende billede., fordi der over tid er der sket en udvikling i slagteriets udnyttelse af grisen. Andelen af den levende gris, der kan udnyttes til humant konsum var hhv. 79,5% i 2005 og 83,8% i 2016 (tabel A15). Der findes ikke tilsvarende tal for 1990, men Danish Crown skønner, at udviklingen fra 1990 til 2005 var begrænset, hvorfor der også for 1990 er anvendt 79,5% ved omregning fra kg levende gris til kg kød.

Generelt gælder, at såfremt der ikke er data fra 1990 på tilsvarende niveau som i 2005, så er der brugt 2005 data for 1990, dog er 1990 niveauet i nogle tilfælde estimeret ud fra udviklingen i de efterfølgende år. Det gælder f.eks. for produktionsdata i svineproduktionen, hvor der er anvendt opgørelser fra 1992-1995 som er tilbageregnet til 1990.

De anvendte emissionsfaktorer er baseret på de nationale opgørelser (Nielsen et al., 2019) dog i nogle tilfælde suppleret med data fra mere detaljerede opgørelser. Såfremt de nationale

opgørelser har ændret på emissionsfaktorerne siden 1990 og 2005 er de seneste data anvendt for alle år til en given teknologi eller proces.

For specifikke oplysninger henvises til appendiks i denne rapport og Dorca-Preda et al. (2021).

3. Resultater og diskussion

3.1. Primærproduktionen

Som det fremgår af tabel 1 er produktionskæden på landbrugsbedriften opdelt i søer, smågrise og slagtegrise.

Tabel 1. Nøgletal for dansk svineproduktion med udgangspunkt i en årssø i henholdsvis 1990, 2005 og 2016.

	Søer inkl. pattegrise			Smågrise			Slagtegrise		
	1990	2005	2016	1990	2005	2016	1990	2005	2016
Kuld per. årssø	2,25	2,24	2,27						
Levende fødte grise per kuld, stk	10,8	13,0	16,3						
Slagtede søer, %	40	36	40						
Døde søer, %	9	14	11						
Diegivningstid, dage	30	31	31						
Vægt v. "afgang", kg	7,7	7,3	6,6	29,6	31,4	30,8	101,1	104,4	111,5
Daglig tilvækst, g per gris				444	425	444	653	844	950
Døde (inkl. kasserede), %	11,5	14,2	13,3	2,0	4,2	3,1	3,6	4,4	3,4
Foderforbrug, FE per årssø	1325	1450	1470						
FE per kg tilvækst				2,00	2,04	1,89	3,08	2,88	2,81
Producerede grise per årssø	21,5	25,0	32,1	21,1	23,9	31,1	20,3	22,9	30,0

I de videre beregninger af miljøbelastningen ved produktion af grisekød er soens produktion af kød og det tilhørende ressourceforbrug og emissioner fratrukket. Værdierne udtrykker således effekten ved produktion af slagtesvin gennem kæden opdelt i pattegrise, smågrise og slagtesvin samt summen heraf baseret på levendefødte grise fra en årssø i henholdsvis 1990, 2005 og 2016.

Forbruget af foder er en afgørende faktor for produktionens miljøpåvirkningen. Det fremgår af tabel 1, at foderforbruget per årssø (inklusive foder til pattegrisene) er steget fra 1990 til 2005 og herefter næsten uændret. I samme periode (1990-2016) er produktionen af fravænnede smågrise steget fra 21,5 til 32,1 stk pr årssø, hvorfor foderforbruget per kg produceret pattegris er

faldet. Tilsvarende er foderforbruget per kg tilvækst ved smågrise og slagtesvin reduceret fra 1990 til 2016. Den bedre foderudnyttelse hos slagtesvin i 2016 i forhold til 1990 betyder, at forbruget per slagtesvin er næsten uændret (227 FE i 2016 vs. 220 FE i 1990) trods en stigning i vægten ved slagtning på 10,4 kg.

De flere producerede pattegrise per årssø betyder også en væsentlig stigning i produktionen af slagtesvin fra 20,3 til 30,0 stk. per årssø i perioden, hvilket kombineret med en højere daglig tilvækst hos grisene og stigende vægt ved slagtning har øget den årlige producerede tilvækst per årssø markant fra 2054 kg (20,3 grise á 101,1 kg) i 1990 til 3344 kg (30,0 grise á 111,5 kg) i 2016. Det samlede foderforbrug per årssø inkl. smågrise og slagtesvin stiger fra 6720 FE i 1990 til 7438 i 2005 og 9684 FE i 2016. Sammenholdt med den stigende tilvækst betyder det, at det samlede foderforbrug pr kg levende vægt produceret falder fra 3,27 FE pr kg i 1990 til 2,90 FE per kg i 2016, svarende til en reduktion på 11% i foderforbruget per kg produceret slagtesvin.

Baseret på produktiviteten (tabel 1) er det beregnet, hvor stor den potentielle klima- og miljøpåvirkning er i kæden fra grisen fødes til afhentning til slagtning, for den samlede produktion per årssø og for hvert afsnit af produktionen. Klima- og miljøpåvirkningen angivet i tabel 2 er netto påvirkningen, hvor emission fra produktion af slagtegrise er modregnet værdien af de fortrængte produkter, handelsgødning og fossil energi via biogas. Specifikt for biogas fra husdyrgødningen udgør det i 1990 8 kg CO₂ eq. og i 2005 og 2016 er det steget til henholdsvis 22 kg og 80 kg CO₂ eq. per årssø, baseret på at andel af husdyrgødningen fra slagtesvin udnyttet til biogas er steget fra 1 til 17% i perioden (tabel A3).

Som det fremgår af tabel 2, så er den samlede miljøpåvirkning per årssø (fra fødsel til grisene er klar til slagtning) størst i 1990 for alle miljøindikatorer, undtagen arealanvendelse. Fra 1990 er der et fald til 2005 (undtagen for arealanvendelsen), hvorefter der er en stigning fra 2005 til 2016, når der beregnes per årssø fra fødsel til grisene er klar til slagtning.

Omregnet til per slagtesvin produceret så falder klimapåvirkningen fra primærproduktionen i hele kæden til grisen forlader gården fra 419 kg CO₂ eq per slagtegris i 1990 til 261 kg CO₂ eq i 2016. Arealet til foderproduktion falder fra 569 m² per produceret slagtegris i 1990 til 492 m² i 2016 (tabel 3).

Miljøpåvirkningen fra primærproduktionen udtrykt i forhold til kg produceret levende vægt per årssø er faldet for alle kategorier (tabel 3). Klimapåvirkningen er faldet fra 4,1 kg CO₂ eq. i 1990 til 3,0 kg CO₂ eq. per kg LW i 2005 til 2,3 i 2016. Det ses også, at arealet til dyrkning af foder er faldet fra 5,6 m² per kg LW i 1990 til 4,4 m² i 2016.

Tabel 2. Klima- og miljøpåvirkning fra primærproduktionen¹⁾ i henholdsvis 1990, 2005 og 2016 opdelt i produktionsafsnit og summen heraf indenfor hver af fem miljøkategorier opgjort for produktionen per årsso.

Miljøkategori	Pattegrise ²⁾			Smågrise			Slagtesvin			Sum		
	1990	2005	2016	1990	2005	2016	1990	2005	2016	1990	2005	2016
Globalopvarmningspotentiale, kg CO ₂ eq.	1707	1450	1155	1441	1591	1779	5363	4019	4882	8512	7061	7815
Næringstofberigelse, kg PO ₄ ³⁻ eq.	8	8	7	9	10	6	36	33	38	53	52	52
Forsuring, kg SO ₂ eq.	19	14	12	20	19	14	94	50	64	133	83	90
Fossilt energiforbrug, MJ	4777	3968	3205	5783	6233	4879	19713	15672	17747	30273	25873	25830
Arealanvendelse, m ²	1819	1951	1894	1822	2315	1893	7906	8054	10982	11546	12319	14768

1) Emissioner fra svineproduktionen er korrigeret for emissioner fra biogas og energiproduktionen herfra

2) Miljøpåvirkning fordelt mellem so og pattegrise ved prisallokering baseret på gennemsnitspriser i perioden (91,8% til pattegrise)

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

3.2. Slagteri

Herefter er der regnet på miljøpåvirkningen fra grisen afhentes på landbrugsbedriften, transporteres til slagteriet og frem til, at grisen er slagtet og klar til yderligere forarbejdning. For direkte at kunne koble det med data fra primærproduktionen, er der først regnet på det antal grise, som slagteriet modtager fra én årssø og herefter per kg produkt.

Før beregning af miljøpåvirkningen pr kg produkt er den samlede miljøpåvirkning fra transport og slagteriet korrigeret for, at biprodukterne og andre dele af grisen end det, der bliver til human konsum, erstatter miljøpåvirkningen fra andre produkter. Disse modregninger er i tabel 4 angivet som "modregnet" slagteri, således at den miljøpåvirkning, der kan henføres til kød er summen af bidrag fra landbrug, transport og slagteri minus "modregnet slagteri".

Miljøpåvirkningen fra slagteri delen, inklusiv transport af slagtegrise fra landbrug til slagteri, udtrykt per årssø falder i alle miljøkategorier fra 1990 til 2016. Specielt er der et fald i klimapåvirkningen fra 2005 til 2016, forårsaget af en betydelig stigning i omfanget af fortrængte produkter (modregnet), hvilket skyldes, at der i perioden ændres fra simpel forbrænding til anvendelse af affaldet til biodiesel og gødning (tabel A16). Det er en af de væsentlige faktorer for den betydelige stigning i modregningen af fossilt energi forbrug fra 1990 til 2016.

Tabel 4. Klima- og miljøpåvirkning fra slagteriet i henholdsvis 1990, 2005 og 2016 opdelt i emissioner fra transport, slagteriet og emissioner, der er modregnet¹⁾ samt summen indenfor hver af fem miljøkategorier opgjort for produktionen af slagtegrise per årssø.

Miljøkategori	Transport			Slakteri			Modregnet slagteri			Sum		
	1990	2005	2016	1990	2005	2016	1990	2005	2016	1990	2005	2016
Global opvarmnings- potentiale, kg CO ₂ eq.	33	36	24	535	486	584	-27	-34	-160	541	488	448
Næringstofberigelse, kg PO ₄ ³⁻ -eq.	0,01	0,01	0,00	0,30	0,23	0,24	-0,14	-0,16	-0,24	0,18	0,09	0,00
Forsuring, kg SO ₂ eq.	0,19	0,31	0,13	0,89	0,71	0,76	-0,14	-0,16	-0,35	0,94	0,85	0,54
Fossilt energiforbrug, MJ	479	519	344	7632	6916	8222	-348	-435	-2444	7763	7000	6122

1) Udnyttelse af bi-produkter og affald fra slagteriet giver anledning til fortrængte emissioner

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>							<i>1561</i>	<i>1815</i>	<i>2544</i>
Global opvarmnings-potentiale, kg CO ₂ eq.	5,5	3,9	3,1	0,35	0,27	0,18	5,8	4,2	3,2
Næringstofberigelse g PO ₄ ³⁻ eq.	34	28	20	0,11	0,05	0,00	34	29	20
Forsuring, g SO ₂ 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 ²	7,4	6,8	5,8				7,4	6,8	5,8
Per kg kød (HW)									
<i>Kg kød per årssø</i>							<i>1633</i>	<i>1899</i>	<i>2805</i>
Global opvarmnings-potentiale, kg CO ₂ eq.	5,2	3,7	2,8	0,33	0,26	0,16	5,5	4,0	2,9
Næringstofberigelse g PO ₄ ³⁻ eq.	33	27	19	0,11	0,05	0,00	33	27	19
Forsuring, g SO ₂ 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 ²	7,1	6,5	5,3				7,1	6,5	5,3

Som det fremgår af tabel 5, er der sket en markant reduktion i udledningen af klimagasser per kg grisekød, således næsten en halvering i kæden fra bedrift og slagteri i perioden fra 1990 til 2016. Den numerisk største reduktion ses i bidraget fra landbruget fra 5,2 til 2,8 kg CO₂ eq. per kg kød, mens den relativt største reduktion er fra slagteriet, hvor udledning af klimagasser er faldet med 52% fra 0,33 til 0,16 kg CO₂ eq. per kg kød.

På tværs af de fem miljøkategorier varierer størrelsen i reduktionen i påvirkningen per kg grisekød i perioden 1990 til 2016 fra 25% for arealanvendelse til 61% for forsyning.

Resultaterne viser, at primær bedriftens bidrag til klima- og miljøpåvirkningen er markant højere end slagteriets, og at slagtesvineproduktionen er den enhed, der bidrager mest til miljøpåvirkningen, primært fordi det er her, det største forbrug af foder forekommer.

3.3 Følsomhed

Betydningen for klimapåvirkningen af de produktionsændringer, der er sket i selve griseproduktionen på bedriften er estimeret ved at indsætte produktionsdata (herunder ændringer i foderration og foderforbrug), for primærproduktionen i 2016 i 1990 modellen. Det svarer til at antage, at der kun er sket udvikling i produktivitet i svineproduktionen, mens alt andet mht. produktivitet i marken og teknologi antages at have stået stille fra 1990 til 2016. Med 1990 niveau af teknologi i stalden, forbrug og emissionen fra ressourcer som energi, samt emissionen fra foderproduktionen i marken på 1990 niveau, men 2016 effektivitet i stalden, bliver GWP per kg LW således 3,3 kg CO₂ eq. i 2016, hvilket kan sammenlignes med 4,1 kg CO₂ eq. i 1990 (tabel 3). Ses der således udelukkende på disse effektivitetsforbedringen i stalden hos søer, smågrise og slagtesvin fra 1990 til 2016 har det reduceret klimagas udledningen med 0,8 kg CO₂ eq. per kg LW, svarende til 20% over en periode på 26 år. Dette kan sammenlignes med, at den samlede reduktion fra landbruget var på 44%, fra 4,1 til 2,3 kg CO₂ eq. pr kg LW, når alle forbedringer i perioden fra 1990 til 2016 regnes med (tabel 3).

Emissionen af klimagasser fra foderproduktionen udgør en betydende post. Ud fra foderforbruget, sammensætningen af foderrationen (tabel A1) og den beregnede klimapåvirkning fra foderproduktionen (tabel A11) kan det beregnes at klimagas udledning per FE ved produktion af foderet, som gennemsnit for søer, smågrise og slagtesvin falder med 13% fra 652 g CO₂ eq. per FE i 1990 til 567 g CO₂ eq per FE i 2016 forårsaget af stigende udbytter, bedre N effektivitet i marken og lavere emissioner fra forbruget af gødning og energi. Ved et foderforbrug på 2,9 FE per kg LW i hele kæden i 2016 bidrager reduktionen i emissionen fra foderproduktionen således med en reduktion på 0,25 kg CO₂ eq per kg LW slagtesvin produceret fra 1990 til 2016.

Den samlede reduktion i klimabidraget fra 1990 til 2016 fra landbruget var på (4,1-2,3)1,8 kg CO₂ eq. per kg LW (tabel 3), hvorfor den yderligere reduktion på 0,75 kg CO₂ eq per kg LW ud over effektivitet i stalden og marken kan tilskrives ændringer i teknologien i stalden, gødningshåndtering og udefra kommende forhold som emissionen ved produktion af energi.

Slagteriet bidrager til reduktionen i klimapåvirkning især ved den større udnyttelse af grisen til humant konsum i 2016 (83,8%) i forhold til 1990 (79,5%), hvilket giver en reduktion i klimabidraget på 0,12 kg CO₂ eq. per kg kød. Herudover betyder ændringerne i anvendelse af slagteriaffald og andre produkter fra slagtingen, at der fortrænges 160 kg CO₂ eq. i 2016 sammenlignet med 27 kg CO₂ eq. i 1990, hvilket bevirker, at klimapåvirkningen i 2016 reduceres med 0,05 kg CO₂ eq. per kg kød i forhold til 1990.

Som redegjort for blev det grundet manglende data valgt at anvende samme sammensætning af foderrationen over tid, dvs. andele af korn, soja mv. er ens. Der er derfor ikke et retvisende datagrundlag for at gå videre med at indregne effekten af de globale arealændringer (LUC), hvorfor der udelukkende blev beregnet et arealforbrug i m² som er mere robust end beregninger af de globale arealændringernes effekt på klimabidraget.

Uanset om de globale ændringer indregnes som den direkte effekt (dLUC) eller med de metoder der er udviklet til at medregne den indirekte effekt (iLUC).

I den sideløbende videnskabelig publikation (Dorca-Preda et al. 2021) er iLUC, dLUC og Soil change medtaget, begrundet i at her bidrager det til den videnskabelig diskussion omkring inddragelse i LCA studier. Disse beregninger viser i øvrigt, at der er en meget begrænset udvikling i bidrag per kg kød ved anvendte forudsætninger omkring foderrationen.

4. Sammendrag

I dette notat er beregnet klima- og miljøpåvirkningen ved produktion af grisekød i henholdsvis 1990, 2005 og 2016 i kæden fra primær produktion inklusiv produktion af input som foder og handelsgødning frem til kødet er klar til videre forarbejdning på slagteriet.

Klima- og miljøpåvirkningen fra primærproduktionen udtrykt i forhold til kg levende vægt produceret per årssø er reduceret i alle miljøkategorier. Det globale opvarmingspotentiale er faldet fra 4,1 kg CO₂ eq. i 1990 til 3,0 kg CO₂ eq. per kg LW i 2005 til 2,3 i 2016. Desuden er arealet til dyrkning af foder faldet fra 5,6 m² per kg LW i 1990 til 4,4 m² i 2016.

I samme periode er produktionen af fravænnede smågrise steget fra 21,5 til 32,1 stk. per årssø og foderforbruget per kg tilvækst ved smågrise og slagtesvin reduceret fra 1990 til 2016.

Over tid er der sket en udvikling i slagteriets udnyttelse af grisen. Andelen af den levende gris, der kan udnyttes til humant konsum var således hhv. 79,5% i 2005 og 83,8% i 2016. Den samlede miljøpåvirkning per kg grisekød er korrigeret for, at biprodukterne og andre dele af grisen end det der bliver til humant konsum, erstatter miljøpåvirkningen fra produktion af andre produkter.

Alt i alt er der sket en markant reduktion i udledningen af klimagasser per kg grisekød, således næsten en halvering i kæden fra bedrift til og med slagteri i perioden fra 1990 til 2016, fra 5,5 til 2,9 kg CO₂ eq. per kg kød. På tværs af de fem miljøkategorier varierer størrelsen i reduktionen i miljøpåvirkningen per kg grisekød i perioden 1990 til 2016 fra 25% reduktion for arealanvendelse til 61% reduktion for forsurening. Resultaterne viser, at bedriftens bidrag til miljøpåvirkningen er markant højere end slagteriets, og at slagtesvineproduktionen er den enhed, der bidrager mest til miljøpåvirkningen, primært fordi det er her, det største forbrug af foder forekommer.

5. Litteratur

Anonym, 2017. Husdyrgødningsnormer.

https://anis.au.dk/fileadmin/DJF/Anis/dokumenter_anis/normtal/Svin_-_baggrundsmateriale_2016-2017.pdf.

Dorca-Preda, T., Mogensen, L., Kristensen, T., Hermansen, J. E. 2019. Grisekød – produktivitet og miljøpåvirkning år 2005 vs. 2016. Institut for Agroøkologi Århus Universitet. Upubliceret

Dorca-Preda, T., Mogensen, L., Kristensen, T., Knudsen, M.T. 2021. Environmental impact of Danish pork at slaughterhouse gate – a life cycle assessment following biological and technological changes over a 10 year period. Accepted with minor changes Livest Sci.

Agri-footprint. 2015. Description of data. V1.0. On-line at: <http://www.agri-footprint.com/assets/Agri-Footprint-Part2-Descriptionofdata-Version1.0.pdf>

Ecoinvent Centre, 2013. Ecoinvent database v 3. www.ecoinvent.ch

Nielsen, O.-K., Plejdrup, M.S., Winther, M., Nielsen, M., Gyldenkærne, S., Mikkelsen, M.H., Albrektsen, R., Thomsen, M., Hjelgaard, K., Fauser, P., Bruun, H.G., Johannsen, V.K., Nord-Larsen, T., Vesterdal, L., Callesen, I., Caspersen, O.H., Scott-Bentsen, N., Rasmussen, E., Petersen, S.B., Olsen, T.M., Hansen, M.G. (2020) Denmark's National Inventory Report 2020. Emission Inventories 1990-2018 - Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 900 pp. Scientific Report No. 372

Ponsioen, T., 2014. Updated carbon footprint calculation factors. <https://pre-sustainability.com/articles/updated-carbon-footprint-calculation-factors/>

Appendiks

Forudsætninger anvendt ved beregninger af klima- og miljøpåvirkningen for konventionel svineproduktion i 1990, 2005 og 2016

1. Besætningsdata.....	18
1.1 Foder og gødning	18
1.2 Staldtyper og halmforbrug.....	20
1.3 Lager og udbringnings teknik	22
1.4 Energi forbrug.....	23
2. Markudbytte, N norm og udnyttelse af husdyrgødning	23
2.1 Udnyttelse af husdyrgødning	24
3. Klima- og miljø påvirkningen fra fremstilling af input.....	24
3.1 Elektricitet.....	24
3.2 Diesel.....	25
3.3 Handelsgødning	25
3.4 Klima og miljøpåvirkning fra foderproduktion i 1990, 2005 og 2016	26
4. Anvendelse af døde grise fra bedriften	26
5. Slagteridelen.....	27
5.1 Transport	27
5.2 Input slagteri.....	27
5.3 Opsplitning af grisen.....	28
5.4 Anvendelse af affald.....	28

I appendiks er de vigtigste forudsætninger i relation til produktionen og beregningerne af klima- og miljøpåvirkningen beskrevet. Herudover henvises til Dorca-Preda et al. (2021), hvor 2005 og 2016 datagrundlag samt emissionsberegninger er beskrevet mere detaljeret. En yderlig udspecificering i forhold til de model mæssige beregninger kan fås ved henvendelse til forfatterne.

1. Besætningsdata

De anvendte data for dansk svineproduktion i rapportens tabel 1 er baseret på opgørelser fra Landsudvalget for Svin og senere SEGES fra nedenstående kilder.

Kilder:

Data for 1990: Landsudvalget for Svin notat nr. 9650.

<https://svineproduktion.dk/publikationer/kilder/notater/notater/9650>

Tallene i 1990 er estimeret ud fra nøgletallene i perioden okt'92 til okt '93, og en tilbageregning ud fra udviklingen frem til okt'95.

Data for 2005: SEGES notat nr. 1023

<https://svineproduktion.dk/Publikationer/Kilder/notater/2010/1023.aspx>

Data for 2016: SEGES notat nr. 1716

<https://svineproduktion.dk/publikationer/kilder/notater/2017/1716>

Dødelighed søer: For 1990: Pedersen, P.N., Brendstrup, A.B., 1998. Dødsårsager hos søer. In: Landsudvalget for Svin, Videncenter for svineproduktion, Den rullende afprøvning, pp. 1-8.

For 2005 og 2016: SEGES notat 1714

<https://svineproduktion.dk/publikationer/kilder/notater/2017/1714>

1.1 Foder og husdyrgødning

Foderration til henholdsvis søer, smågrise og slagtesvin, der er modificeret ud fra Nguyen et al. (2011), er som udgangspunkt ens i alle år, men andel af byg og soja er reguleret så protein koncentration er i overensstemmelse med normerne for N udskillelse i husdyrgødningen i de enkelte år.

Tabel A1. Foderrationens sammensætning og råprotein indhold (% af kg), samt N ab dyr.

	Søer		
	1990	2005	2016
HVEDE	25,5	25,5	25,5
BYG	47,3	48,3	51
SOJASKRÅFODER, toastet	8,8	7,8	5
SOLSIKKESKRÅFODER, afskallet	5	5	5
RAPSKAGEFODER	8	8	8
HVEDEKLID	1,5	1,5	1,5
VEGETABILSK OLIE, Palme	1	1	1
SUKKERROEMELASSE	0,5	0,5	0,5
LYSIN 40%	0,4	0,4	0,4
METHIONIN,DL 99	0,45	0,45	0,45
MONODICALC FOSF	0,01	0,01	0,01
Vitamin- og mineralforblanding	1,24	1,24	1,24
BOLIFOR MCP-F	0,3	0,3	0,4
Foder, % råprotein	15,2	14,9	14,0
Gødning, N ab årsvin kg	26,6	28,1	25,5

	Smågrise		
	1990	2005	2016
HVEDE	45	45	45
BYG	24,5	25,3	25
SOJASKRÅFODER, afskallet	14,5	13,7	14
RAPSKAGEFODER	2,5	2,5	2,5
FISKEMEL	3	3	3
SKUMMETMÆLKSPULVER	5	5	5
VEGETABILSK OLIE, Palme	2	2	2
SUKKERROEMELASSE	0,8	0,8	0,8
LYSIN 40%	1	1	1
METHIONIN,DL 99	0,7	0,7	0,7
BOLIFOR MCP-F	0,125	0,125	0,125
Vitamin- og mineralforblanding	0,875	0,875	0,875
Foder, % råprotein	18,6	18,3	18,4
Gødning, N ab prod. dyr kg	0,58	0,64	0,56

	Slagtesvin		
	1990	2005	2016
HVEDE	46	46	46
BYG	19	30	30
SOJASKRÅFODER, afskallet	16	5	5
RAPSSKRÅFODER	6	6	6
SOLSIKKESKRÅFODER, afskallet	6	6	6
HVEDEKLID	2	2	2
VEGETABILSK OLIE, Palme	1	1	1
SUKKERROEMELASSE	1	1	1
LYSIN 40%	1	1	1
METHIONIN,DL 99	0,6	0,6	0,6
BOLIFOR 18	0,4	0,4	0,4
Vitamin- og mineralforblanding	1	1	1
Foder, % råprotein	18,7	14,7	14,7
Gødning, N ab prod. dyr kg	4,36	2,64	2,82

Kilder:

Nguyen, T.L.T, Hermansen, J.E., Mogensen, L, (2011). Environmental assessment of Danish pork. Rapport fra Aarhus University, No 103.

1990: Laursen, B. 1994. Normtal for husdyrgødning. Rapport nr. 82, SJF

Poulsen, H.D., Kristensen, V.F. (ed.). 1997. Normtal for husdyrgødning. DJF Rapport 736.

2005: Husdyrgødningsnormer <https://anis.au.dk/fileadmin/DJF/Anis/normtal2005.pdf>

2016: Husdyrgødningsnormer

https://anis.au.dk/fileadmin/DJF/Anis/dokumenter_anis/Forskning/Normtal/Normtal_2016_endelig.pdf

1.2 Staldtyper og halmforbrug

De anvendte forudsætninger vedrørende staldtype og halmforbrug fremgår af tabel A2 og andel af gødningen, der sendes til biogas af tabel A3.

Tabel A2. Staldtype andel indenfor hver dyrekategori og årligt forbrug af halm

Opstaldning af søer							
1990		2005		2016		Staldtyper	Gødningstyper
Andel %	halm kg/år per so	Andel %	halm Kg/år per so	Andel %	halm Kg/år per so		
<i>Drægtige</i>							
55	50	54	50	55,3	50	Individuel opstaldning delvist spaltegulv	gylle
5	0	9,8	0	7,4	0	Individuel opstaldning spaltegulv	gylle
32	200	5	75	0,1	75	Individuel opstaldning fast gulv	fast husdyrgødning
0,5	350	12,2	350	7,3	350	Gruppe opstaldning dybstrøelse + spaltegulv	dybstrøelse + gylle
0,5	350	7,8	350	0,8	350	Gruppe opstaldning dybstrøelse + fast gulv	dybstrøelse + gylle
7	800	11,2	900	1,9	900	Gruppe opstaldning dybstrøelse	dybstrøelse
0		0	50	27,2	50	Gruppe opstaldning delvist spaltegulv	gylle
<i>Diegivende</i>							
56,7	0	76,8	0	81,7	0	Faringskasse - delvist spaltegulv	gylle
17,5	0	19,2	0	18,3	0	Faringskasse - spaltegulv	gylle
0		0,9	0	0		Faringsti delvist spaltegulv	gylle
25,8		3,1	450	0		Faringsti fast gulv	fast husdyrgødning
Opstaldning af smågris							
1990		2005		2016		Staldtype	Gødningstyper
Andel %	halm kg/prod. gris	Andel %	halm Kg/prod. gris	Andel %	halm Kg/prod. gris		
54	0	29,1	0			spaltegulv	gylle
20	2	57,1	2	76,9	1	delvist spaltegulv	gylle
21	4	3,7	2,5	0,2	2,5	fast gulv	fast husdyrgødning
5	8	4,4	13	1,1	13	dybstrøelse (to-klima)	dybstrøelse
0		5,7	2	21,8	1	delvist spaltegulv med dræn	gylle

Opstalding af slagtegrise

1990		2005		2016		Staldtype	gødningstyper
Andel %	halm Kg/prod. gris	Andel %	halm Kg/prod. gris	Andel %	halm Kg/prod. gris		
50	0	56,4	0			spaltegulv	gylle
		6,6	3	11,1	3	delvist spaltegulv 50-75% fast gulv	gylle
23	2	24,5	3	18,1	3	delvist spaltegulv 25-49% fast gulv	gylle
22	10	3,4	13	0,7	13	fast gulv	fast husdyrgødning
4	80	2,1	70	1,1	70	dybstrøelse	dybstrøelse
0		3,7	35	0,6	35	delvist spaltegulv delvist dybstrøelse	Dybstrøelse +gylle
0		3,2	0	68,4	0	delvist drænet gulv delvist spaltegulv (33%/67%)	gylle

Tabel A3. Gødning til biogas, % af N produktionen

Dyregruppe	1990	2005	2016
		Andel	
Søer	0	0	0
Smågrise	0	0	0
Slagtesvin	1,2	6,1	16,5

Emissionen af N er baseret på de nationale opgørelser (Nielsen et al., 2019), således at emissionsfaktoren er den samme indenfor staldtype uafhængig af årstal.

Kilder: *Staldtyper og andel*:

DCE (annex 3D) <https://envs.au.dk/en/research-areas/air-pollution-emissions-and-effects/air-emissions/greenhouse-gases/supporting-documentation/>

Nielsen, O.-K., Plejdrup, M.S., Winther, M., Nielsen, M., Gyldenkerne, S., Mikkelsen, M.H., Albrechtsen, R., Thomsen, M., Hjelgaard, K., Fauser, P., Bruun, H.G., Johannsen, V.K., Nord-Larsen, T., Vesterdal, L., Callesen, I., Caspersen, O.H., Scott-Bentsen, N., Rasmussen, E., Petersen, S.B., Olsen, T. M. & Hansen, M.G. 2019. Denmark's National Inventory Report 2019. Emission Inventories 1990-2017 - Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. Aarhus University, DCE - Danish Centre for Environment and Energy, 886 pp. Scientific Report No. 318. <http://dce2.au.dk/pub/SR318.pdf>

Halmforbrug og gødningstyper:

1990: Laursen, B. 1994. Normtal for husdyrgødning. Rapport nr. 82, SJF

2005: Husdyrgødningsnormer <https://anis.au.dk/fileadmin/DJF/Anis/baggrundstal-2008.pdf>

2016: Husdyrgødningsnormer

https://anis.au.dk/fileadmin/DJF/Anis/dokumenter_anis/normtal/Stalde_-_baggrundsmateriale_kapitel-8_2016-2017.pdf

1.3 Lager og udbringnings teknik

Tabel A4. Overdækning af gødningslagre angivet som andel af N produktion (%)

	1990	2005	2016
Gylle			
Ingen overdækning	40	6	6
Flydelag	60	89	69
Telt		5	25
Afgasset gylle			
Telt		100	
Fast gødning			
Ingen overdækning	100	5	5
Overdækning		95	95

Det antages, at telt ikke var aktuelt i 1990 og at alt fast gødning var uden overdækning. Andel telt i 2005 og 2016 mht. fordeling på afgasset og almindelig gylle er antaget, da Albrektsen et al. (2017) ikke opdeler.

Udbringning

I slutning af 1980'erne kom der forbud mod udbringning på ubevokset jord og krav til opbevaringskapacitet (6 mdr), som senere er fulgt op af yderligere regler for tidspunkter og brug af teknologi. Baseret på Albrektsen et al. (2017), samt Hansen et al. (2008) er emissionen af NH₃ beregnet afhængig af udbringningsteknologi, tidspunkt og gødningstype.

Tabel A5. NH₃ - emission ved udbringning af gødning fra svineproduktionen, % af total N

Gødningstype	1990	2005	2016
Gylle	14,1	8,7	8,7
Afgasset gylle	-	5,1	5,1
Dybstrøelse	7,9	6,0	6,0

Kilder:

Albrektsen, R., Mikkelsen, M.H. & Gyldenkærne, S. 2017. Danish emission inventories for agriculture. Inventories 1985 – 2015. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 190 pp. Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 250 <http://dce2.au.dk/pub/SR250.pdf>

Hansen, M.N., Sommer, S.G., Hutchings, N. & Sørensen, P., 2008: Emission factors for calculation of ammonia volatilization by storage and application of animal manure. Faculty of Agricultural Science, Aarhus University, report 84.

1.4 Energi forbrug

Danmarks Statistik udtræk viser, at forbruget (samlet alt energi GJ) fra 1990 til 2018 i landbruget er reduceret med 33% svarende til omkring 1% årligt. Overføres det direkte betyder

det, at energi forbruget pr gris i 1990 er 26% højere end i 2016. Udgangspunkt for energiforbrug per årdsdyr er fra Nguyen et al. (2011), niveauet herfra er anvendt for 2005.

Tabel A6. Energiforbrug i svineproduktionen i perioden 1990 til 2016

	Søer med smågrise			Fravænnnet			Slagtesvin		
	1990	2005	2016	1990	2005	2016	1990	2005	2016
El, kWh									
-Per årdsdyr	115	100	91						
-per produceret				2,3	2,0	1,8	11,5	10,0	9,1
Varme, MJ									
-Pr årdsdyr	621	540	491						
-per produceret				33,1	28,8	26,2	8,3	7,2	6,6

Kilder:

Nguyen, T.L.T, Hermansen, J.E., Mogensen, L., (2011). Environmental assessment of Danish pork. Rapport fra Aarhus University, No 103.

2. Markudbytte, N norm og udnyttelse af husdyrgødning

Udbyttet og gødningsbehovet er beregnet ud fra normerne i Plantedirektoratets Vejledninger og skemaer for de enkelte år, vægtet med fordeling af jordtyper som angivet i Mogensen et al. (2018).

Tabel A7. Udbytte og gødningstildeling (N, P og K) for byg, hvede og raps pr ha

Afgrøde	år	Udbytte, Hkg kerne	N, kg	P, kg	K, kg
Vårbyg	1990	51	120	22	55
	2005	51	128	22	55
	2016	54	123	21	59
Vinterhvede	1990	71	182	20	70
	2005	71	168	20	70
	2016	71	154	19	71
Vinterraps	1990	27	177	24	80
	2005	28	170	24	80
	2016	37	173	26	84

Samme halmanvendelse er antaget i alle 3 år. For byg hhv. 69% af halmen høstet og 31% nedmuldet; hvede: 58% af halmen høstet og 42% nedmuldet, raps: 21% af halmen høstet og 79% nedmuldet

Kilder:

1990: Plantedirektoratet. 1993. Vejledning og skemaer

Plantedirektoratet 1996. Vejledning og skemaer.

De første normer og krav til N udnyttelse er fra 1993, mens en opdeling ud fra jordtyper, dog kun 4 kategorier, første gang var i 1996.

2005: Plantedirektoratet. 2005. Vejledning og skemaer

2016: Plantedirektoratet. 2016. Vejledning og skemaer

<https://lfbst.dk/landbrug/goedning/vejledning-om-goedsknings-og-harmoniregler/>

Mogensen, L., Knudsen, M. T., Dorca-Preda, T., Nielsen, N. I., Kristensen, I. S., Kristensen, T. (2018). Bæredygtighedsparametre for konventionelle fodermidler til kvæg - metode og tabelværdier. DCA rapport nr. 116 - marts - 2018. Aarhus Universitet. DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug.

2.1 Udnyttelse af husdyrgødning

Første år med krav til udnyttelse af husdyrgødningen var i 1993:

Svinegylle 45%

Andet gødning 30%

Dybstrøelse 15%

Disse krav kan ses i udviklingen i forbruget af handelsgødning som i 1993 var faldet til ca. 120 kg N pr ha mod 140 kg N i 1990 (Danmarks Statistik). Antages halvdelen af N at komme fra henholdsvis husdyrgødning og handelsgødning så betyder det, at udnyttelsen i 1990 var ca. halvdelen af de lovmæssige krav iværksat fra 1993. Baseret herpå er udnyttelse i 1990 sat til 25% for gylle, 15% for andet gødning og dybstrøelse.

3. Klima- og miljø påvirkningen fra fremstilling af input

3.1 Elektricitet

Energistyrelsen giver et klimaaftryk per solgt kwh i Danmark i 1990 på 929 g CO₂/kwh faldende til 348 g i 2015. Det skyldes udvikling i anvendt brændsel til el produktion, hvor vedvarende energi udgjorde 4% i 1994, 27% i 2005 og 66% i 2017. Klimaaftrykket fra 2005 stemmer med Ecoinvent data for DK el mix 2008-13 på 560 g CO₂/kwh. De øvrige impact kategorier er ændret relativt som for klimaaftrykket med udgangspunkt i Ecoinvent data fra 2005.

Tabel A8. Klima og miljøbelastning for el-produceret i DK i 1990, 2005 og 2016 per kWh

	1990	2005	2016
GWP, g CO ₂ -ækv.	929	550	343
EP, g NO ₃ ækv	10,2	6,27	4,18
AP, g SO ₂ ækv.	2,35	1,36	0,81
NRE (Energj), MJ	13,21	8,0	4,9
LO, m ²	0,0072	0,0042	0,0025

Kilder:

Energistyrelsen. 2020. Data, tabeller, statistikker og kort. Energistatistik 2019. 60 pp Online: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/energistatistik2019_dk-webtillg.pdf

3.2 Diesel

Tabel A9. Klima og miljøbelastning for diesel anvendt i DK i 1990, 2005 og 2016 per liter

GWP, kg CO ₂ -ækv	2,82
EP, g NO ₃ ⁻ ækv	33,84
AP, g SO ₂ ækv.	18,44
NRE, MJ	39,78
LO, m ²	0

3.3 Handelsgødning

I nedenstående tabel er vist de anvendte værdier for emissionen fra produktion af handelsgødning i 1990, 2005 og 2016. Kun klimaaftrykket for N gødning er differentieret mellem år 2005. Værdierne fra 2005 er fra Agri-footprint (2015) og Ecoinvent3 (2013) og klimaværdien for N gødning fra 2016 er baseret på udvikling i produktions teknologien beskrevet af Elsgaard (2015). For øvrige emissioner er der anvendt samme værdi på tværs af år – se Mogensen et al (2018).

Tabel A10. Klima og miljøbelastning ved produktion og transport til Danmark for handelsgødning anvendt i DK i 1990, 2005 og 2016 per kg næringsstof (N, P og K)

	1990	2005	2016
	Per kg N		
GWP, kg CO ₂ -ækv	6,616	6,616	4,75
EP, kg NO ₃ ⁻ ækv		0,20	
AP, kg SO ₂ ækv.		0,032	
NRE, MJ		43	
LO, m ²		0	
	Per kg P		
GWP, kg CO ₂ -ækv.		3,60	
EP, kg NO ₃ ⁻ ækv		0,29	
AP, kg SO ₂ ækv.		0,049	
NRE, MJ		55,7	
LO, m ²		0,056	
	Per kg K		
GWP, kg CO ₂ -ækv.		0,70	
EP, kg NO ₃ ⁻ ækv		0,01	
AP, kg SO ₂ ækv.		0,00282	
NRE, MJ		8,1	
LO, m ²		0,024	

Kilder:

Mogensen, L., Knudsen, M. T., Dorca-Preda, T., Nielsen, N. I., Kristensen, I. S., Kristensen, T. (2018). Bæredygtighedsparametre for konventionelle fodermidler til kvæg - metode og tabelværdier. DCA rapport nr. 116 - marts - 2018. Aarhus Universitet. DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug

Elsgaard, L. 2015. Greenhouse gas emissions from cultivation of winter wheat and winter rapeseed for biofuels. Report. 33 pp.

3.4 Klima og miljøpåvirkning fra foderproduktion i 1990, 2005 og 2016

Baseret på udbytte og gødningsinput for de enkelte år i de dansk producerede afgrøder, samt udvikling i emissioner fra input over tid er klima- og miljøpåvirkningen for byg, hvede og rapskage beregnet med metoden i Mogensen et al. (2018) og de ovenstående angivne forudsætninger for klima- og miljøpåvirkningen fra handelsgødning, el og diesel i dette dokument. For øvrige fodermidler er der anvendt samme værdier i alle år fra Mogensen et al. (2018).

Tabel A11. Beregnede klima- og miljøbelastning for foder i 1990, 2005 og 2016, per kg tørstof

Fodermiddel, år	GWP, kg CO ₂ eq.	EP, kg NO ₃ eq.	AP, kg SO ₂ eq.	NRE, MJ	LO, m ²	Soil C, kg CO ₂ eq.
BYG, 1990	0,547	0,073	0,0065	3,1	2,23	0,154
BYG, 2005	0,556	0,082	0,0043	2,9	2,23	0,154
BYG, 2016	0,455	0,064	0,0039	2,6	2,10	0,137
HVEDE, 1990	0,575	0,06	0,0065	3,0	1,57	0
HVEDE, 2005	0,529	0,056	0,0035	2,7	1,57	0
HVEDE, 2016	0,442	0,044	0,0031	2,4	1,57	0
RAPSKAGE og skrå 1990	0,689	0,117	0,0073	4,1	1,96	0,114
RAPSKAGE og skrå 2005	0,643	0,105	0,0044	3,8	1,9	0,104
RAPSKAGE og skrå 2016	0,460	0,059	0,0016	3,2	1,4	0,037
SOJASKRÅFODER	0,632	0,0156	0,0061	7,00	3,02	0,129
SOLSIKKESKRÅFODER	1,3	0,125	0,0076	9,4	5,1	0,094
HVEDEKLID	0,37	0,024	0,0024	3	0,83	-0,022
SUKKERROEMELASSE	0,379	0,0077	0,0073	5,2	0,34	0,013
Palme-fedt (Palmeolie)	1,93	0,145	0,001	8,9	2,03	2,645
Skummetmælkpulver	12,7	0,7907	0,131	33,6	14,1	
Fiskemel	1,170	0,016	0,0089	16,2	0	0

Kilder:

Mogensen, L., Knudsen, M. T., Dorca-Preda, T., Nielsen, N. I., Kristensen, I. S., Kristensen, T. (2018). Bæredygtighedsparametre for konventionelle fodermidler til kvæg - metode og tabelværdier. DCA rapport nr. 116 - marts - 2018. Aarhus Universitet. DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug

4. Anvendelse af døde grise fra bedriften

Anvendelse af døde grise fra bedriften er baseret på personlig kommunikation med DAKA samt Nguyen et al., 2011.

Tabel A12. Udnyttelse af døde grise på DAKA i henholdsvis 1990, 2005 og 2016

	Produkt DAKA	1990 og 2005	2016
100 kg døde gris	20,3 kg kød/benmel 22,5 kg fat	Brændt til energi Brændt til energi	Gødningsproduktion Biodiesel produktion

Kilder:

Nguyen, T.L.T, Hermansen, J.E., Mogensen, L, (2011). Environmental assessment of Danish pork. Rapport fra Aarhus University, No 103.

5. Slagteridelen

5.1. Transport

DC har data for afstande fra levereandør til slagteri og antal grise pr vogn i 2016. DC har transport data fra 1996 med 48-55 grise pr forvogn. En del kørte med hænger, men andel kendes ikke. Såfremt det antages at være 50% så vil der være 75 grise pr læs. Herudover var der direkte leverance fra landmænd.

Den anvendte EURO type fordeling er et estimat baseret på oplysninger fra DC.

Ud disse oplysning, samt estimater for antal slagtesteder og typen af transport er afstande og antal grise i 2005 og 1990 estimeret. En yderlig vurdering vil kræve oplysninger om antal slagtesteder i Danmark i kombination med antal bedrifter

Tabel A13. Transporttype, afstand og grise pr læs samt carbon footprint (CF) i kg CO₂ eq pr tonkm i henholdsvis 1990, 2005 og 2016

1990			2005			2016		
Type	Andel	CF	Type	Andel	CF	Type	Andel	CF
truck, EURO 2, <10 t	10	0,370	truck, EURO 2, 10-20 t	10	0,254	truck, EURO 4, >20 t	10	0,099
truck, EURO 3, <10 t	60	0,370	truck, EURO 3, 10-20 t	60	0,254	truck, EURO 5, >20 t	60	0,099
truck, EURO 4, <10 t	30	0,370	truck, EURO 4, 10-20 t	30	0,254	truck, EURO 6, >20 t	30	0,099
Transport	Km	44			60			72
Grise pr bil		75			180			196

5.2 Input slagteri

Baseret på DC detaljerede data for 2016 og samlet energiforbrug for 2005, hvorfor fordeling på typer i 2005 er antaget at være som i 2016. Herudover har DC leveret nogle data fra 1990. I nedenstående tabel er 1990 - tilbageskrivning - estimeret simpelt via årlig forskel fra 2005 til 2016 tilbageregnet til 1990 og i sidste kolonne er data fra DC. De anvendte tal for 1990 er i første kolonne. For energi er mængde fra fuel- og gasolie taget fra tilbageskrivningen, mens samlet forbrug og fordeling på naturgas og fjernvarme er fra DC. Ligeledes er el- og vandforbruget fra DC, mens COD ud fra DC estimater er øget med 10% i forhold til tilbageskrivning. Spildevand i 1990 er reguleret ud fra vandforbrug.

Omregning fra forbrug pr gris fra DC til forbrug pr 1000 kg LW er baseret på gns slagtevægte i Danmarks statistik og en slagteprocent på 76%.

Tabel A14. Ressource forbrug og affald på slagteriet pr 1000 kg LW i henholdsvis 1990, 2005 og 2016.

		1990	2005	2016	1990	1990
					Tilbage skriv	DC data
El	kWh	109	98,78	86,25	115	109
Naturgas	kWh	145,6	110,74	96,69	129	145,6
Fuelolie	kWh	5,11	4,37	3,82	5,11	
Gasolie	kWh	1,85	1,57	1,37	1,84	
Fjernvarme	kWh	36,4	4,08	3,56	4,78	36,4
Energi i alt	kWh	295,90	219,54	191,69	257,51	295,9
Vand	m ³	2,2	2,41	2,02	2,93	2,2
Rengøringsmidler	kg	0,76	0,76	0,76	0,76	
Spildevand	m ³	2,2	2,35	1,92	2,93	
COD	kg	9,63	8,75	8,75	8,75	9,63
Biomasse	kg	42,16	42,17	42,17	42,16	

5.3 Opsplitning af grisen

Data fra 2005 og 2016 er baseret på data fra DC for opsplitning af grisen, mens tilsvarende data ikke er tilgængelige fra 1990. Udnyttelsen af grisen er en ret afgørende faktor i forhold til udledning pr kg kød. Der var en betydelig forskel fra 2005 til 2016, men iflg. DC er det en udvikling som først startede efter 2000. Der antages derfor samme fordeling i 1990 som i 2005.

Tabel A15. Anvendelse af grisen pr 1000 kg levende vægt (LW) i henholdsvis 1990, 2005 og 2016

År	1990 ²⁾	2005	2016
Human konsum, kg	795	795	838
Foder - kæledyr, kg	36	36	41
Foder - pelsdyr, kg	8	8	31
Destruktion (DAKA), kg	145	145	75
Medicinal og anden industri, kg	2	2	2
Biogas, kg	(14) ¹⁾	14	13

1) Den faktiske udnyttelse af det organiske affald var som gødning. I beregninger er der antaget biogas også i 1990, betydningen heraf i den samlede påvirkning er minimal.

2) Samme niveau som 2005 antaget

5.4 Anvendelse af affald

Anvendelse over tid er baseret på oplysninger fra DAKA, men miljøeffekter er behæftet med nogen usikkerhed. Betydningen heraf er dog meget begrænset i forhold til effekten i hele kæden.

Tabel A16. Udnyttelse af biprodukter fra slagteriet på DAKA i henholdsvis 1990, 2005 og 2016.

	Produkt DAKA	1990 og 2005	2016
100 kg bi-produkt fra slagteriet	19,8 kg kød/benmel	Brændt til energi	Gødningsproduktion
	14,1 kg fat	Brændt til energi	Biodiesel produktion