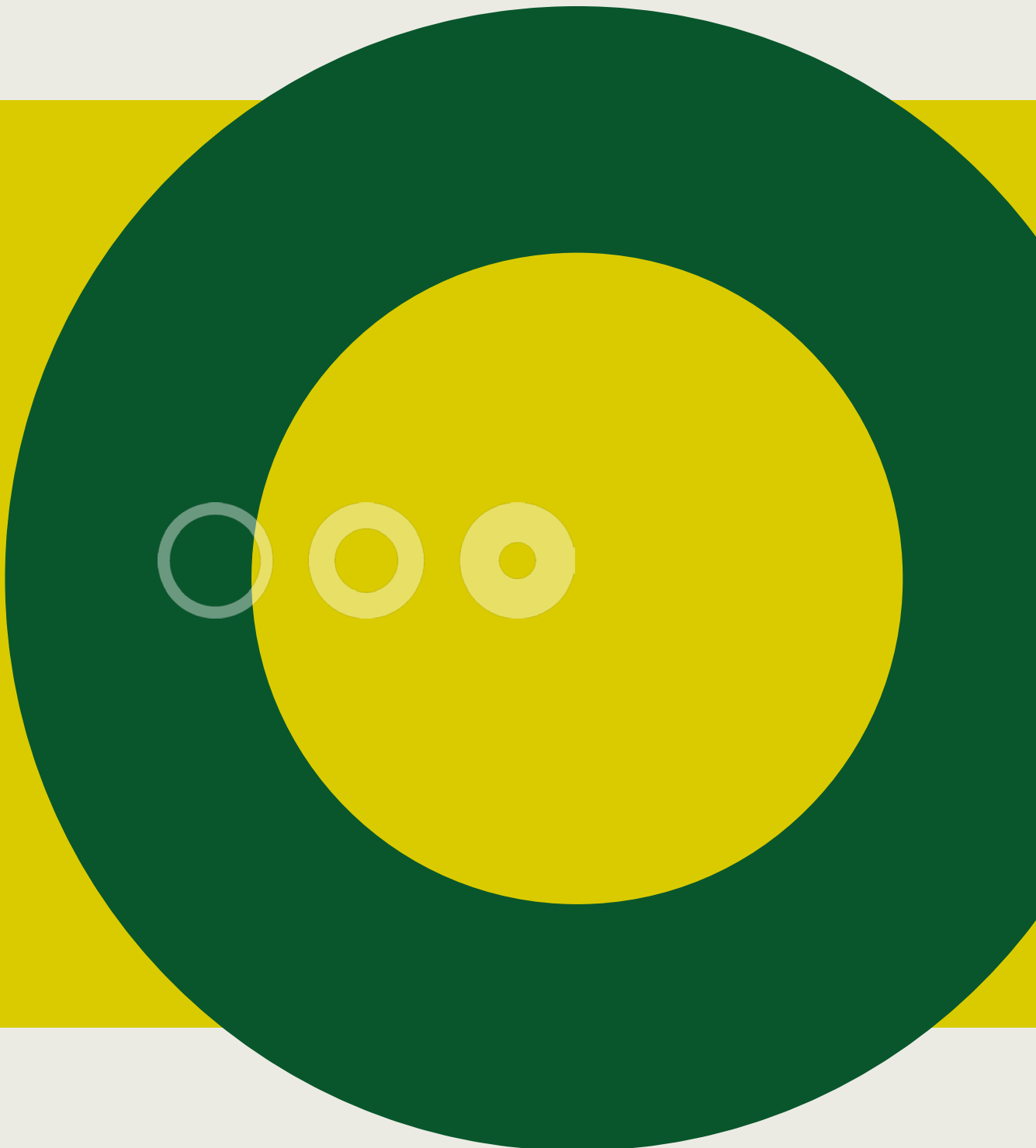




Klimavenlige tiltag i slagtekyllingeproduktionen og den økologiske konsumægproduktion 2013



Klimavenlige tiltag i slagtekyllingeproduktionen og den økologiske konsumægsproduktion

Udgivet:

2013

Rapporten er udarbejdet af:

Tina Clausen i samarbejde med: Palle Vinstrup, Niels Provstgaard og Jette Søholm Petersen.

Videncentret for Landbrug

Fjerkræ

Agro Food Park 15, Skejby

DK-8200 Aarhus N

T +45 8740 5000 F +45 8740 5010 E vfl@vfl.dk

Anderkendelse:

En stor tak til de mange medvirkende i projektet.

Herunder er listet de medvirkendes bidrag til projektet:

- **DanHatch A/S** bidrog med data fra 2 opdrætsbesætninger af rugeægshøner, 2 rugeægsbesætninger og 1 rugeri.
- **SKOV A/S** bidrog med data og baggrund for beregninger af klimaeffekt i forbindelse med ventilation og varmegenvinder.
- **Lantmännen Danpo A/S** bidrog med data fra slagteriet.
- **Rose Poultry A/S** bidrog med data fra slagteriet.
- **Hedegaard Agro A/S bidrog med beregninger vedr. effekt af forbedret**
- **Rokkedahl Energi** bidrog med data og baggrund for beregninger af klimaeffekt i forbindelse med varmevekslere.
- **Agro Tech A/S** bidrog med udregninger af klimabelastning i hhv. produktionen af kyllingekød og produktionen af økologiske konsumæg.
- **Økologisk Landsforening** bidrog med kommentarer og input til rapporterne.
- **6 slagtekyllingeproducenter** bidrog med data fra deres produktion.
- **5 økologiske konsumægsproducenter** bidrog med data fra deres produktion.
- **LCA Consultants** og **AU Foulum** bidrog i forbindelse med review af de to LCA analyser.

Finansiering:

Projektet er finansieret af Innovationsloven, Fjerkræafgiftsfonden og Fonden for Økologisk Landbrug.

Den Europæiske Union ved Den Europæiske Fond for Udvikling af Landdistrikter og Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri har deltaget i finansieringen af projektet.



Indhold

Forord	4
Afgrænsning	4
1. Indledning.....	5
1.1 Drivhusgasser og drivhuseffekt.....	5
1.2 Belastning af vores klima	6
1.3 Landbruget og fjerkræproduktionen	7
Del A: Klimavenlige tiltag i produktionen af kyllingekød.....	10
A.1 Livscyklusanalyse (LCA) for produktionen af kyllingekød	11
A.1.1 Drivhusgasudledning fra produktionen af kyllingekød	12
A.2 Produktionskæden for produktionen af kyllingekød.....	13
A.2.1 Slagtekyllingeproduktionen.....	13
A.3 Klimavenlige tiltag i produktionen af kyllingekød	14
A.3.1 Udvalgte tiltag	14
A.4 Samlet vurdering af tiltag	27
A.5 Andre tiltag	30
Del B: Klimavenlige tiltag i produktionen af økologiske konsumæg.....	32
B.1 Livscyklusanalyse (LCA) for produktionen af økologiske konsumæg	32
B.1.1 Drivhusgasudledningen fra produktionen af økologiske..... konsumæg.....	33
B.2 Produktionskæden for produktionen af økologiske konsumæg.....	35
B.2.1 Ægproduktionen	35
B.3 Klimavenlige tiltag i produktionen af økologiske konsumæg	35
B.3.1 Udvalgte tiltag	36
B.4 Samlet vurdering af tiltag	43
B.5 Andre tiltag	46
Faktaboks 1: Beregninger for antallet af årshøner.....	47
Faktaboks 2: Lattergasemission fra fjerkræproduktionen	49
2. Forslag til fremtidige undersøgelser.....	50
3. Konklusion.....	52
Referencer	54

Forord

Denne rapport er del 2 i projektet "Klimavenligt kød? Livscyklusanalyse og optimering af klimavenlig fjerkræproduktion" udført af Videncentret for Landbrug, Fjerkræ. Del 1 i projektet blev delt i 2. Den ene del indeholder undersøgelser af drivhusgasudledningen og det globale opvarmningspotentiale (GWP) for produktionen af kyllingekød og resulterede i rapporten: "Greenhouse Gas Emission from the Danish Broiler Production estimated via LCA Methodology" (Nielsen et al., 2011). Den anden del indeholder undersøgelser af drivhusgasudledningen og det globale opvarmningspotentiale (GWP) for produktionen af økologiske æg og resulterede i rapporten: "Greenhouse Gas Emission from Danish Organic Egg Production estimated via LCA Methodology" (Nielsen et al., 2012).

Rapporten hér er opdelt i en del A og en del B. Del A indeholder et kort dansk sammendrag af resultaterne for undersøgelserne i rapporten: "Greenhouse Gas Emission from the Danish Broiler Production estimated via LCA Methodology" (Nielsen et al., 2011) fra Del 1, samt en gennemgang og vurdering af mulige klimavenlige tiltag indenfor produktionen af kyllingekød. Del B indeholder et kort dansk sammendrag af resultaterne fra undersøgelserne i rapporten: "Greenhouse Gas Emission from Danish Organic Egg Production estimated via LCA Methodology" (Nielsen et al., 2012) fra Del 1, samt en gennemgang og vurdering af mulige klimavenlige tiltag indenfor produktionen af økologiske konsumæg.

Afgrænsning

Det har ikke været muligt at afdække alle klimavenlige tiltag indenfor fjerkræproduktionen i denne rapport. Der er derfor lagt vægt på klimavenlige tiltag i stalden, der vedrører foder, ventilation og opvarmning. Rapporten skal opfattes som en øjenåbner for nogle af de muligheder, der foreligger, hvis drivhusgasudledningen fra henholdsvis produktionen af kyllingekød og produktionen af økologiske konsumæg skal reduceres. De tiltag, der er udvalgt, er først og fremmest udvalgt ud fra de led i produktionskæden, der bidrager mest til klimabelastningen. Derefter er der udvalgt tiltag, som kan være med til at mindske klimabelastningen fra de to kilder (indenfor det pågældende produktionsled), der er estimeret til at være de største bidragsydere til klimabelastningen. De udvalgte produktionsled og kilder i produktionen af kyllingekød er valgt ud fra resultaterne i Nielsen et al., (2011). De udvalgte produktionsled og kilder i produktionen af økologiske konsumæg er valgt ud fra resultaterne i Nielsen et al., (2012). De mulige besparelser i foderforbruget, energiforbruget og dermed klimabelastningen samt den mulige økonomiske gevinst er baseret på beregninger foretaget ud fra forskellige forhold og kan derfor ikke anvendes som faste værdier, da de kan variere meget produktionerne imellem. Udregningerne er ment som *potentielle* besparelser og *mulige* økonomiske gevinster under fastsatte produktionsforhold i denne rapport.

1. Indledning

Der er fokus på udledning af drivhusgasser og klimaændringer i disse år, og det er ikke uden grund. En temperaturstigning på 3,5 °C vil få fatale konsekvenser globalt, ikke kun når det gælder fødevarerproduktion, men også for bevarelsen af arter (DMU, 2009). Det er derfor vigtigt, at alle parter (producenter, forbrugere og politikere) sammen undersøger og tager stilling til udledningen af drivhusgasser (også fra landbruget). Det er klart, at problemet ikke er så lige til, og der er mange faktorer, man bør tage højde for. Men helt konkret bør vi søge løsninger, der kan mindske udledningen af drivhusgasser.

I første del af projektet "Klimavenligt kød? Livscyklusanalyse og optimering af klimavenlig fjerkræproduktion" blev udledningen af drivhusgasser fra henholdsvis produktionen af kyllingekød (Nielsen et al., 2011) og produktionen af økologiske æg (Nielsen et al., 2012) estimeret. Det blev samtidig tydeliggjort, hvilke produktionsled der yder det største bidrag til klimabelastningen, og kilderne til klimabelastningen indenfor disse produktionsled blev analyseret. Herved blev det tydeligt, hvilke kilder der bidrager mest til klimabelastningen indenfor det produktionsled, der havde den største klimaeffekt i henholdsvis produktionen af kyllingekød eller produktionen af økologiske konsumæg.

Her i anden del af projektet vil resultater fra projektets første del kort gennemgås, og klimavenlige tiltag indenfor de produktionsled, der viste sig at have den højeste klimabelastning indenfor produktionen af kyllingekød og produktionen af økologiske konsumæg i del 1, vil undersøges og vurderes.

For at have en forståelse for hvordan drivhusgasserne påvirker os og vores klima, er der først en kort gennemgang af drivhusgasserne og drivhuseffekten. Dernæst vil landbrugets rolle inddrages, og det vil belyses, hvorfor fjerkræ allerede står stærkt indenfor klimavenlighed i forhold til andre husdyrproduktioner.

1.1 Drivhusgasser og drivhuseffekt

Den kortbølgede stråling fra solen trænger ind i atmosfæren og rammer jordens overflade, imens en del reflekteres i atmosfæren. De kortbølgede strålers møde med jordoverfladen skaber varmeenergi, og opvarmningen af jorden gør, at langbølgede varmestråler sendes tilbage mod atmosfæren. Drivhuseffekten opstår, når skyer, partikler og drivhusgasser holder en del af disse langbølgede varmestråler tilbage i atmosfæren. De langbølgede varmestråler, der holdes tilbage, sendes tilbage mod jordoverfladen, og mere varmeenergi opstår. Uden drivhuseffekten ville jordoverfladen have en gennemsnitlig temperatur på -19 °C, så den gennemsnitlige temperatur på ca. 14 °C, som vi måler i dag, kan vi takke drivhuseffekten for. Drivhuseffekten er med andre ord essentiel for vores overlevelse (DMU, 2009).

Drivhusgasser opstår naturligt, men mængden af drivhusgasser i atmosfæren er steget på grund af menneskelig påvirkning fra eksempelvis transportsektoren og landbruget (DMU, 2009).

De forskellige drivhusgasser i atmosfæren har forskellig indvirkning på drivhuseffekten. Det globale opvarmingspotentiale (Global Warming Potential = GWP) anvendes til at vurdere den enkelte drivhusgas' bidrag til drivhuseffekten og måles ofte over en periode på 100 år, hvorfor den kaldes GWP_{100} (DMU, 2009). GWP for drivhusgasserne bestemmes ud fra gasmolekylernes levetid i atmosfæren og deres evne til at absorbere stråling.

Tabel 1 indeholder en oversigt over de 3 mest almindelige drivhusgasser og deres GWP₁₀₀. Ganges en drivhusgas' udledning med dennes GWP₁₀₀, omregnes udledningen til kg CO₂-ækvivalenter (DMU, 2009).

Ved omregning til kg CO₂-ækvivalenter er det muligt at summere bidrag til klimapåvirkningen fra *forskellige* drivhusgasser (DMU, 2009). Dette betyder, at drivhusgasudledningen fra forskellige kilder (eksempelvis udledningen af metan under dyrenes fordøjelse af foder og udledning af kuldioxid (CO₂) ved anvendelse af traktorer) kan sammenlignes. Man kan også summere værdierne og få den totale udledning fra en proces eller produktion.

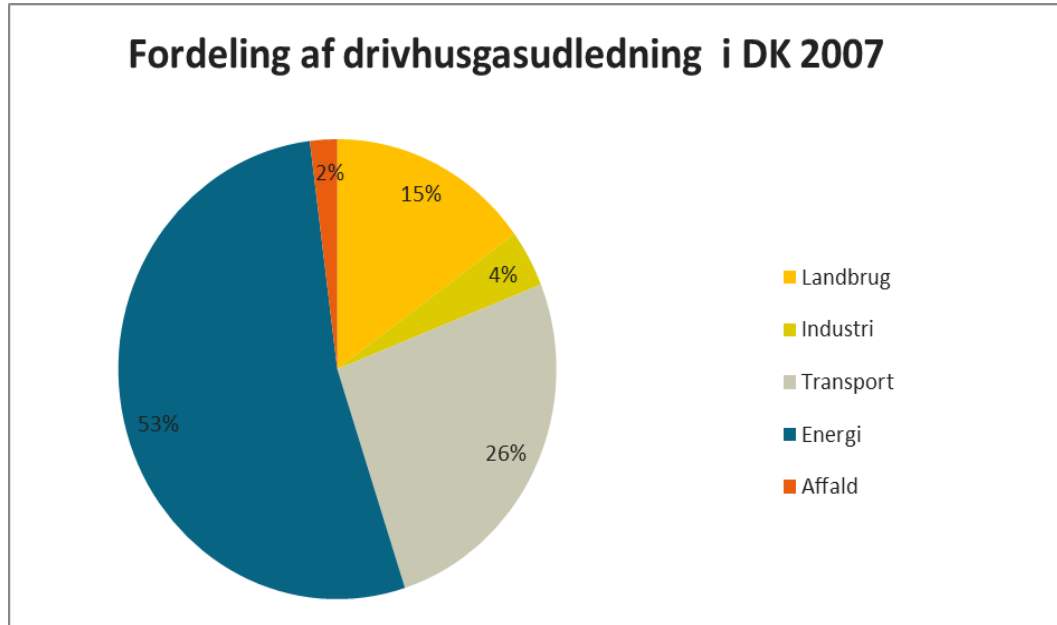
Tabel 1 Det globale opvarmningspotentiale for tre drivhusgasser, der typisk udledes fra landbruget. Værdierne indikerer, at 1 ton lattergas bidrager 310 gange mere til drivhuseffekten end 1 ton kuldioxid, og 1 ton metan bidrager 21 gange mere til drivhuseffekten end 1 ton kuldioxid. Kilde: DMU (2009).

	CO ₂ (kuldioxid)	N ₂ O (lattergas)	NH ₄ (Metan)
GWP ₁₀₀ (kg CO ₂ -ækvivalenter)	1	310	21

1.2 Belastning af vores klima

Udtrykket global opvarmning anvendes, når man taler om en stigning i den gennemsnitlige temperatur ved jordoverfladen. Selve drivhuseffekten er ikke afgørende for, at der sker en global opvarmning. Det er derimod ændringen i drivhuseffekten, der betyder noget for den gennemsnitlige temperatur ved jordoverfladen. Mængden af drivhusgasser i atmosfæren er steget som følge af en stigning i udledningen af drivhusgasser (DMU, 2009).

Konsekvensen for en opvarmning af vores jordoverflade kan være omfattende. Der er flere eksperter, der ud fra klimamodeller forudser, at opvarmningen kan forårsage mere ekstreme vejrforhold, afsmeltning af isen ved polerne, ørkenstilstande i nogle dele af verdenen og en stigning i verdenshavenes vandstand (DMU, 2009).



Figur 1 Udledningen af drivhusgasser fra menneskelig aktivitet opdelt i hovedgrupper. Hovedgruppernes procentvise fordeling af drivhusgasudledningen i Danmark i 2007. Kilde: DMU (2009).

Den totale udledning af drivhusgasser i DK i 2007 var 66.641.000.000 kg CO₂-ækvivalenter. Den menneskelige udledning af drivhusgasser, opdelt i hovedgrupper med procentvis fordeling af udledningen fra hovedgruppernes, er illustreret i figur 1. Her ses det, at grupperne Energi og Transport står for langt størstedelen af drivhusgasudledningen. Landbruget som hovedgruppe ligger som nummer tre, hvad angår udledning af drivhusgasser til atmosfæren. Det er (1/3) metan og (2/3) lattergas, der udledes fra produktionen (DMU, 2009).

1.3 Landbruget og fjerkræproduktionen

Hovedgruppen landbrug bidrog i 2007 med 15 % til den totale udledning af drivhusgasser fra Danmark (figur 1). Hvis landbrugsjorden medtages, bliver bidraget i stedet på 18 %, og indregnes skovrydning i forbindelse med indvinding af nyt landbrugsland, så ender bidraget på 30 % af den samlede mængde drivhusgasser, der udledes i forbindelse med menneskelige aktiviteter (DMU, 2009).

Siden 1990 er drivhusgasudledningen fra landbruget faldet markant. I perioden mellem 1990 og 2007 var der en reduktion i udledningen af drivhusgasser på 26,3 % eller 5 millioner tons CO₂-ækvivalenter (Landbrug og Fødevarer, 2009). Selvom udledningen af drivhusgasser fra landbruget allerede er faldet drastisk, så er der stadig mulige tiltag og valg, der kan medføre, at landbruget bliver endnu mere klimavenligt.

Ofte deles plante- og husdyrproduktion op hver for sig (tabel 2 og 3). Ser man på udledning af drivhusgasser, har planteproduktionen en lavere udledning end husdyrproduktionen. Hvis man ser på de animalske produkter (tabel 3), skiller kyllingekød og æg sig markant ud.

Tabel 2 Klimapåvirkning fra produktion af afgrøder i Storbritannien.

Planteproduktionen	Brød hvede ¹	Rapsfrø ¹	Kartofler ¹	Tomater ¹
GWP ₁₀₀ (kg CO ₂ -ækvivalenter)	804	1.710	235	9,4

¹ Opgjort pr. ton afgrøde. Kilde: Williams et al.(2006).

Tabel 3 Klimapåvirkning fra produktion af animalske produkter i Storbritannien.

Husdyrproduktionen	Oksekød ¹	Svinekød ¹	Kyllingekød ¹	Fårekød ¹	Æg ²	Mælk ³
GWP ₁₀₀ (kg CO ₂ -ækvivalenter)	15.800	6.350	4.580	17.400	5.540	10.600

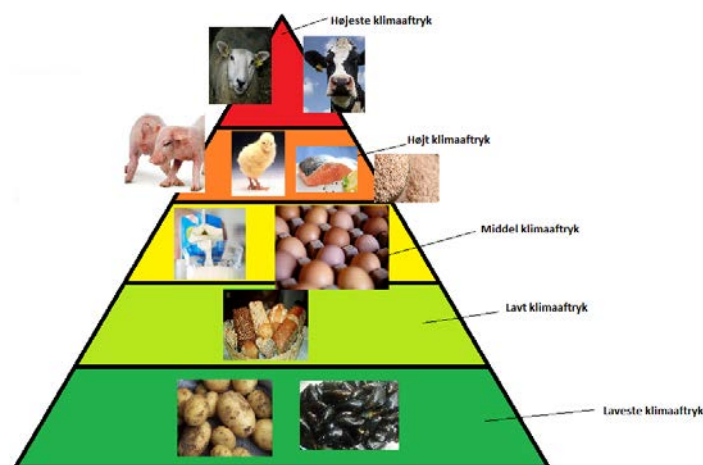
¹ Pr. ton slagtekrop. Kilde: Williams et al.(2006).

² Pr. 20.000 æg (ca. et ton). Kilde: Williams et al.(2006).

³ Pr. 10 m³ mælk (ca. 1 ton tørstof). Kilde: Williams et al.(2006).

DTU (2012) har udarbejdet en rapport omhandlende klimaorienterede kostråd. Ud fra denne har de bedømt forskellige klimaeffekter af de fødevarer, der indgår i vores daglige kost. Figur 2 er en klimapyramide med en grovinddeling af klimaaftrykket fra forskellige fødevarer. Igen ses det tydeligt, at det især er de animalske produkter, der har en høj klimaeffekt i forhold til afgrøderne. Til gengæld ses det også, at netop kyllingekød og æg har en mindre klimaeffekt end eksempelvis oksekød og fårekød.

For at opnå minimal klimabelastning gennem den daglige kost anbefales det at indtage omkring 87 gram kød. Hvis de 87 gram kød (eksklusiv fisk) pr. person pr. dag består af oksekød, vil dette give en klimabelastning på ca. 3 kg CO₂-ækvivalenter/person/dag. Hvis kødindtaget stammer fra svinekød, vil klimabelastningen svare til 0,45 kg CO₂-ækvivalenter, og fra fjerkræ vil det være mellem 0,45 og 0,53 kg CO₂-ækvivalenter/person/dag, afhængig af, om det er fersk eller frossen kyllingekød, der konsumeres (DTU, 2012). Dette betyder, at man ifølge DTUs rapport faktisk kan mindske klimabelastningen med 2,55 kg CO₂-ækvivalenter/person/dag blot ved at ændre sit daglige kødindtag fra oksekød til fersk kyllingekød.

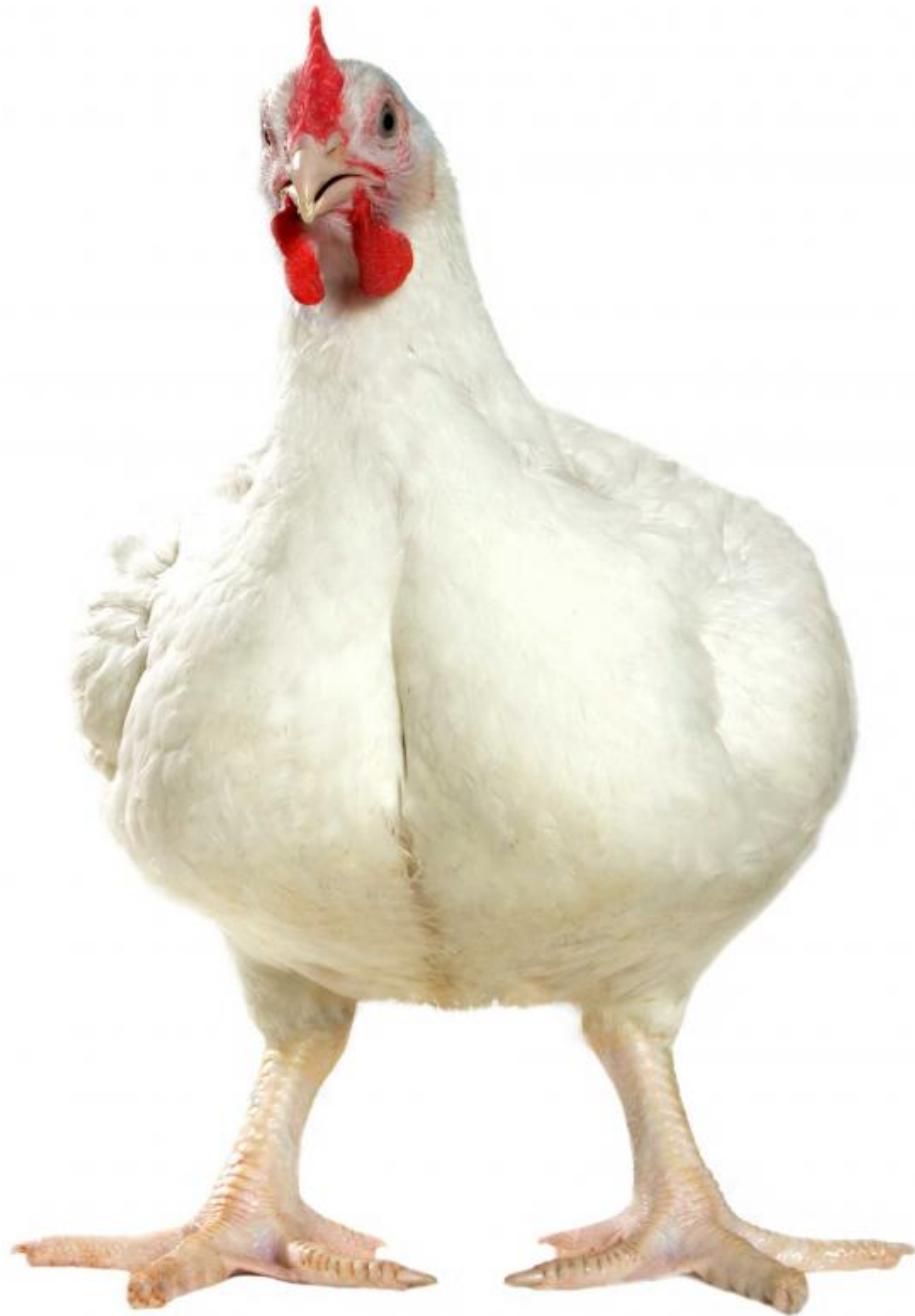


Figur 2 Klimapyramide. Inddeling af niveauet for klimaaftrykket indenfor produktionen af fødevarer, der indgår i den daglige kost. Dette er ikke en total opgørelse over samtlige fødevarer, men blot relevante udpluk.

En mulig forklaring på, at fjerkræ er klimavenligt i forhold til eksempelvis kvæg, kunne være kyllingers biologi. Eksempelvis kan en rugeægshøne producere ca. 250 kyllinger pr. år, mens en ko kan producere én kalv pr. år. Ligeledes har kyllinger en høj foderudnyttelse og høj daglig vægtforøgelse (Williams et al., 2006).

Tabel 2 og tabel 3 samt figur 2 er taget med i denne rapport for at synliggøre potentialet i at promovere fjerkræ som klimavenlige. Det skal dog nævnes, at resultater i Nielsen et al., 2011 og Nielsen et al., 2012 ikke nødvendigvis kan sammenlignes med disse værdier, da der kan være anvendt forskellige produktionssystemer, LCA-metoder og/eller afgrænsninger.

Del A: Klimavenlige tiltag i produktionen af kyllingekød

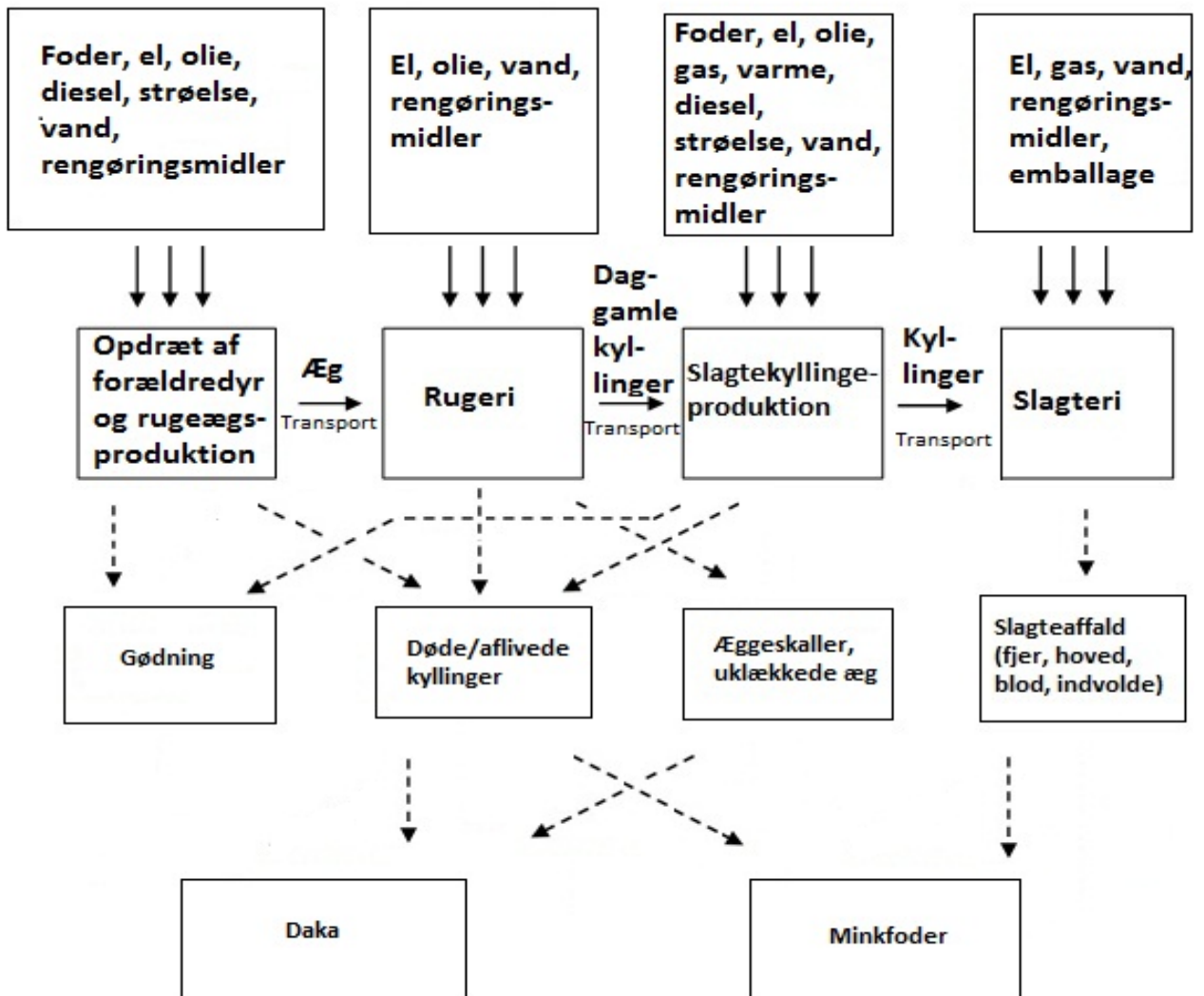


Figur 3 Slagtekylling på ca. 36 levedage. Kilde: hitechhatchfresh.com.

Formålet med denne rapport er at implementere og analysere klimavenlige tiltag i fjerkræproduktionen. Der vil kigges nærmere på tiltag indenfor foder, ventilation, opvarmning og elektricitet. Der vil først være en kort gennemgang af resultaterne fra livscyklusanalysen fra første del af projektet, hvorefter indsatsområderne gennemgås og de forskellige tiltag præsenteres. Der udføres en nærmere vurdering af de tiltag, der menes at være mest rentable. Eventuelle besparelser i økonomi samt klimabelastning vil beregnes.

A.1 Livscyklusanalyse (LCA) for produktionen af kyllingekød

En livscyklusanalyse (LCA) er en opsamling af miljømæssige effekter, som et produkt eller en service har gennem dennes levetid. Livscyklusanalysens indhold for produktionen af kyllingekød ses i flowdiagrammet i figur 4. De inkluderede produktionsled er: Opdræt af forældredyr inklusiv rugeægproduktionen, rugeriet, slagtekyllingeproduktionen og slagteriet. En komplet gennemgang af livscyklusanalysen og flowdiagrammet findes i Nielsen et al. (2011).

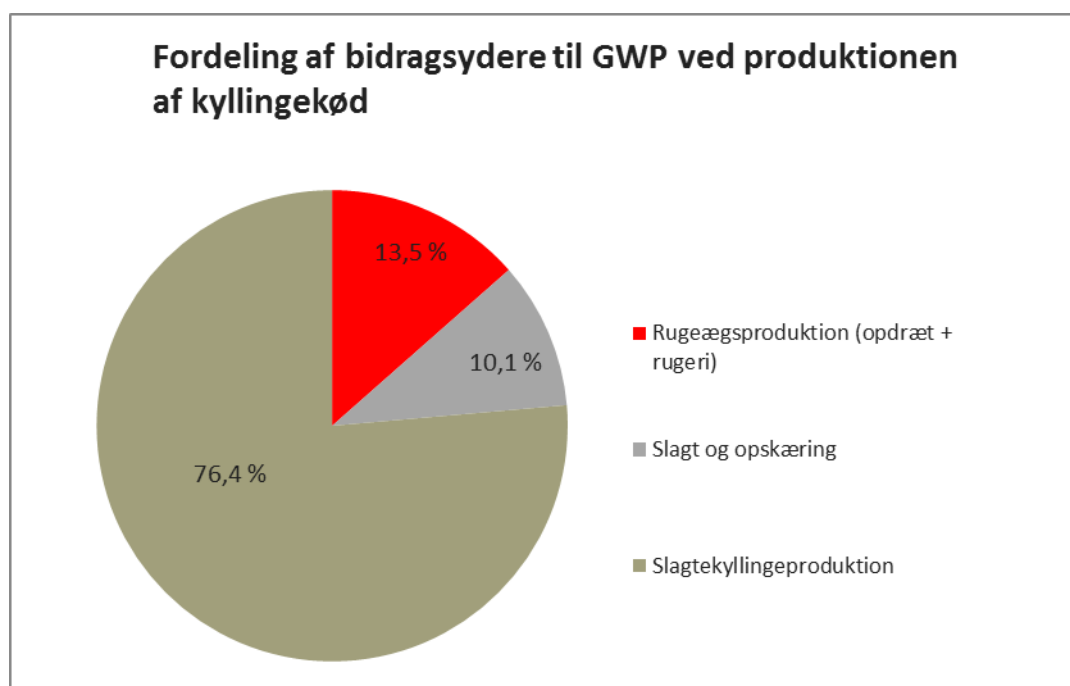


Figur 4 Flowdiagram for produktionen af kyllingekød. Boksene skal illustrere processer, pilene skal illustrere input udefra samt transport mellem processer, og de stiplede pile skal illustrere biprodukter fra produktionen af kyllingekød. Fra opdræt af forældredyr og rugeægproduktionen er der endnu et biprodukt i form af høner til slagteriet, der anvendes til suppehøner, men biproduktet er ikke påført flowdiagrammet for overskuelighedens skyld.

A.1.1 Drivhusgasudledning fra produktionen af kyllingekød

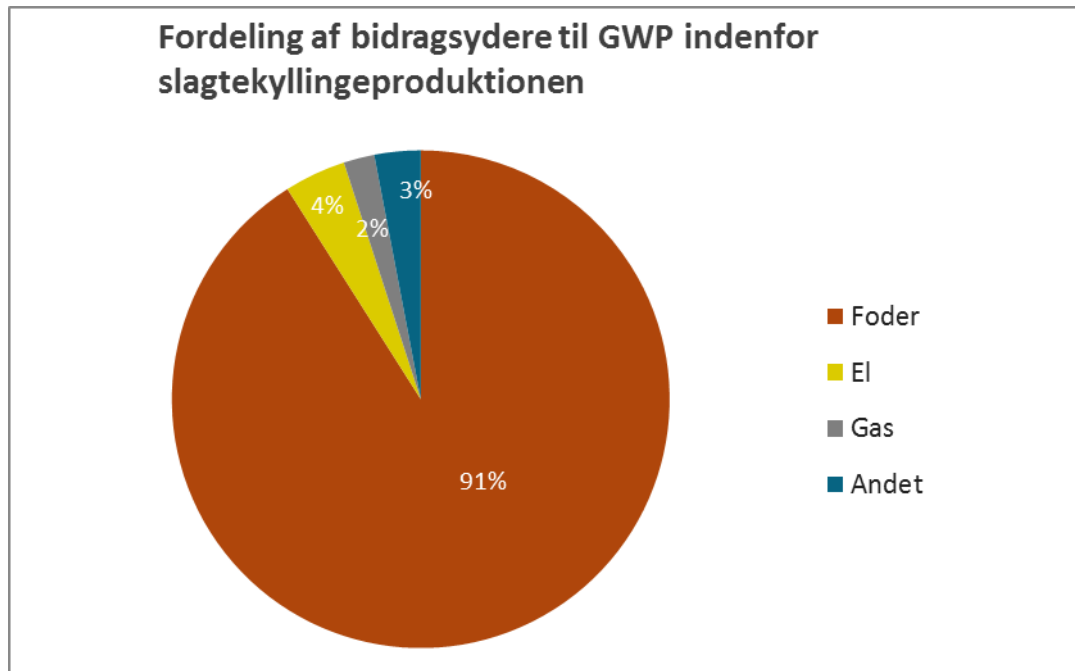
Ud fra beregninger af kg CO₂-ækvivalenter for alle produktionsled i flowdiagrammet i figur 4 er bidraget til det globale opvarmningspotentiale (GWP) estimeret til 3,85 kg CO₂-ækvivalenter pr. kylling, hvilket svarer til 2,31 kg CO₂-ækvivalenter pr. kg kylling i slagtet vægt (Nielsen et al., 2011).

Den procentvise fordeling af bidragsydere til det globale opvarmningspotentiale (GWP) under produktionen af kyllingekød er illustreret i figur 5. Her ses det, at den største bidragsyder er slagtekyllingeproduktionen, der bidrager med 76,4 % til det globale opvarmningspotentiale. Dernæst kommer bidraget fra rugeægproduktionen (inklusive bidrag fra opdræt af forældredyr samt rugeriet) med 13,5 % og bidraget fra slagteriet på 10,1 % (Nielsen et al., 2011).



Figur 5 Den procentvise fordeling af bidragsydere til det globale opvarmningspotentiale (GWP) indenfor produktionen af kyllingekød. Rugeægproduktionen, opdræt af forældredyr og rugeri bidrager med 13,5 %. Slagterierne bidrager med 10,1 %. Slagtekyllingeproduktionen dækker over perioden, hvor de daggamle kyllinger ankommer til slagtekyllingestalden og indtil de er klar til at indfanges til slagt. Slagtekyllingeproduktionen bidrager med 76,4 %.

Det største bidrag til GWP stammer altså fra selve slagtekyllingeproduktionen. I figur 6 er den procentvise fordeling af bidragsydere indenfor slagtekyllingeproduktionen illustreret. Her ses det tydeligt at foder er den største bidragsyder med 91 %. El bidrager med 4 %, gas bidrager med 2 % og andet (såsom transport, olie, vand osv.) bidrager med 3 % (Nielsen et al., 2011).



Figur 6 Den procentvise fordeling af bidragsydere til det globale opvarmningspotentiale (GWP) indenfor slagtekyllingeproduktionen. Da det var slagtekyllingeproduktionen, som ifølge figur 5 bidrog med 76,4 % til klimaeffekten kigges der hér nærmere på hvad der bidrager til klimaeffekten *indenfor* selve slagtekyllingeproduktionen. Slagtekyllingeproduktionen dækker over perioden, hvor de daggamle kyllinger ankommer til slagtekyllingestalden og indtil de er klar til at indfanges til slagt.

Det skal nævnes, at opvarmning anses som en betydelig bidragsyder til GWP, da der ofte anvendes oliefyr til opvarmning af stalden, og dermed vil klimapåvirkningen pr. kWh være høj i forhold til stalde, hvor der opvarmes med halmfyr. I Nielsen et al. (2011) er estimerterne for bidraget til GWP baseret på, at opvarmningen af staldene hos fem ud af de seks deltagende producenter var halmfyr. Da afbrændingen af halm er CO₂-neutral (Miljø og Energi, 2000), vil bidraget fra opvarmningen til GWP i Nielsen et al. (2011) være betydeligt lavere end for en stald med oliefyr som opvarmningskilde. Dette betyder endvidere, at den totale klimabelastning fra slagtekyllingestalde med oliefyr vil forventes at være højere end de 3,85 kg CO₂-ækvivalenter/kylling, der er fundet i Nielsen et al. (2011).

A.2 Produktionskæden for produktionen af kyllingekød

I Nielsen et al., (2011) blev opdræt af forældredyr til slagtekyllingeproduktionen, rugeriet samt produktionen af rugeæg lagt sammen til ét produktionsled, og det samlede bidrag til GWP₁₀₀ blev udregnet. De andre produktionsled var slagtekyllingeproduktion og slagteri. Ud fra beregninger af GWP₁₀₀ for de i alt tre produktionsled blev det tydeliggjort, at det var slagtekyllingeproduktionen, der bidrog mest til klimabelastningen (figur 5). Derfor vil det være tiltag, der kan implementeres i slagtekyllingeproduktionen, der vil vurderes i følgende afsnit.

A.2.1 Slagtekyllingeproduktionen

Et typisk slagtekyllingestald har et bruttoareal på ca. 2.000 m² og indeholder omkring 39.000 kyllinger (Vinstrup, 2012). Disse mål anvendes til referencestalden i denne rapport, med mindre andet er oplyst.

Slagtekyllingeproduktionen følger princippet "alt ind alt ud", så når en rotation (også kaldet et hold) er færdig, vil der være en tomgangsperiode på omkring en uge, hvor der rengøres og desinficeres. Efter en tomgangsperiode opvarmes stalden til ca. 33 °C, så den næste levering daggamle kyllinger får en blid overgang fra rugeriet. De daggamle kyllinger bliver leveret fra rugeriet og vil tilbringe deres næste ca. 35 levedage i slagtekyllingehuset, hvorefter de sendes til slagteriet. Luftfugtigheden i slagtekyllingehuset holdes mellem 60 og 70 % i starten af kyllingernes levetid for indirekte at sikre kyllingernes vandoptagelse og dermed undgå udtørring og inaktivitet hos kyllingerne. Efter 2 – 3 uger vil temperaturen (efter gradvis sænkning) lande på 18-22 °C, imens luftfugtigheden på dette tidspunkt vil ligge mellem 40 og 60 %. I slutningen af slagtekyllingernes levedage er det vigtigt, at luftfugtigheden er lav, da en lav fugtighed giver en tør og løs strøelse, hvilket kan reducere forekomsten af trædepudesvidninger. Under hele produktionsperioden anvendes ventilation for at styre temperaturen og fugtigheden i huset (Miljøstyrelsen, 2011a).

A.3 Klimavenlige tiltag i produktionen af kyllingekød

Det udvalgte produktionsled til undersøgelse af mulige klimaforbedrende tiltag blev slagtekyllingeproduktionen, da dette produktionsled bidrog med hele 76,4 % af det samlede GWP₁₀₀ fra produktionen af kyllingekød, og dermed er det produktionsled, der bidrager mest til klimabelastningen (Nielsen et al., 2011).

Indenfor slagtekyllingeproduktionen var det især foder, der bidrog til klimabelastningen (Nielsen et al., 2011), og derfor blev klimavenlige tiltag for foder valgt til videre behandling. Da der er stor variation indenfor foderforbrug og foderudnyttelse hos slagtekyllingebesætningerne, er der hér taget udgangspunkt i den dårligste tredjedel. Det betyder, at beregningerne er foretaget ud fra et gennemsnit for den tredjedel af slagtekyllingebesætningerne, der har det højeste foderforbrug og den dårligst foderudnyttelse (stor mængde foder og lille tilvækst), da det er forbedringen af disse besætninger, der potentielt kan medføre en reducere i klimabelastningen fra slagtekyllingeproduktionen.

Selvom elektriciteten bidrager med en meget lille andel til klimabelastningen i forhold til foder, så er tiltag til besparelser i elforbruget til henholdsvis ventilation og opvarmning alligevel medtaget. Dette skyldes, at slagtekyllingeproducenter, der har slagtekyllinger med et optimeret foderforbrug og foderudnyttelse, stadig kan gøre deres produktion mere klimavenlig ved eksempelvis at reducere det årlige elforbrug. Nogle tiltag vil også kunne anvendes i rugeægproduktionen, på rugeriet eller på slagteriet, men hér gennemgås kun tiltag relateret til slagtekyllingeproduktionen.

A.3.1 Udvalgte tiltag

I dette afsnit gennemgås klimavenlige tiltag i slagtekyllingeproduktion. Der vil beregnes besparelser på kWh/år, kr./år, kg CO₂-ækvivalenter/år og kg foder/kylling/år. Beregningerne foretages for én stald med 8 hold pr. år.

Til beregninger af omkostninger for elforbruget anvendes en kWh-pris på 0,80 kr./kWh (Vinstrup, 2012).

Mængden af kWh for et standard slagtekyllingehus på ca. 2.000 m² og med omkring 39.000 kyllinger varierer, alt efter om der måles på elforbrug eller varmemeforbrug, og afhænger samtidig af, hvilken varmekilde der anvendes (Vinstrup, 2012).

Klimaeffekten måles i kg CO₂-ækvivalenter. Omregningen fra forskellige energikilder til kg CO₂-ækvivalenter kan findes i tabel 4.

Tabel 4 Oversigt over omregninger til kg CO₂-ækvivalenter fra forskellige energikilder.

Kilde: Videncenter for energibesparelser i bygninger, (2011).

EI	0,567 kg CO ₂ -ækvivalenter/kWh
Naturgas	0,205 kg CO ₂ -ækvivalenter/kWh
Fyringsolie	0,265 kg CO ₂ -ækvivalenter/kWh
Fjernvarme	0,137 kg CO ₂ -ækvivalenter/kWh
Foder	0,68 kg CO ₂ -ækvivalenter/kg foder ¹

¹Kilde: Nielsen et al., (2011).

Den gennemsnitlige foderudnyttelse hos den dårligste tredjedel af slagtekyllingebesætningerne opgøres i kg foder/kylling og kg foder/år.

For alle de valgte klimavenlige tiltag vil der udregnes en forventet besparelse i kWh/år, kr./år, kg CO₂-ækvivalenter/år og kg foder/år i forhold til referencetilstande. Klimavenlige tiltag, der vurderes at være rentable, vil fremhæves, og prisen for tiltaget vil estimeres.

A.3.1.1 FODERUDNYTTELSE

Foderudnyttelsen for den dårligste tredjedel af slagtekyllingeproducenterne er estimeret til 1,71 kg pr. kg kylling (KIK, 2012). Dette svarer til 3,76 kg foder/kylling, når der tages udgangspunkt i en kylling på 2,2 kg. Hvis det antages, at der gennemføres 8 hold pr. år med 39.000 kyllinger à 2,2 kg pr. hus, vil det resultere i ca. 1.173.744 kg foder/år (tabel 5).

Ved optimal rådgivning til bedre management forventes det, at foderforbruget kan reduceres hos den dårligste tredjedel, idet foderudnyttelsen bør kunne forbedres. En forbedring på 2 % vil potentielt kunne give en besparelse på ca. 55.000 kr./år. Samtidig vil der være en mulig reducere i klimabelastningen med 12.912 kg CO₂-ækvivalenter/år (tabel 5).



Figur 7 Slagtekyllinger der æder af et fodertrug.

Kilde: Landbrugsinfo.dk.

Table 5 Oversigt over den potentielle effekt på klimaet samt økonomiske gevinst ved 2 % forbedret foderudnyttelse hos slagtekyllinger. Det antages, at der gennemføres 8 hold af 39.000 slagtekyllinger pr. år.

Enhed	Reference (Dårligste 1/3)	Forbedret foderudnyttelse med 2 %	Besparelse
Kg foder/ kylling på 2,2 kg (ca. 36 dage)	3,76 ¹	3,69	2 %
Kg foder/år	1.173.744	1.150.344	2 %
kg CO₂ -ækvivalenter/år²	798.146	785.234	2 %
Kr./år³	2.781.773	2.726.315	55.458 kr.

¹ 1,71 kg foder/kg kylling. Kilde: KIK (2012).

² 0,68 kg CO₂-ækvivalenter/kg foder. Kilde: Nielsen et al., (2011).

³ 2,37 kr./kg foder. Kilde: Det Danske Fjerkræråds Årsberetning (2012).

A.3.1.2 VENTILATION

Ventilation er vigtig i en slagtekyllingestald. Man bruger ventilationen til at kontrollere luftfugtigheden og temperaturen i stalden, så kyllingernes forhold optimeres (Miljøstyrelsen, 2011a). Elforbruget til ventilation udgør en stor del af det totale elforbrug i en slagtekyllingestald (Fisker, 2012).

Elforbruget til ventilation i en typisk slagtekyllingestald med spjældreguleret udsugning (findes især i ældre stalde) ligger omkring 50.000 kWh. Indføres der i stedet multistep ventilation med to stk. LPC-ventilatorer, kan elforbruget ifølge målinger, foretaget fra august 2011 til august 2012 af Skov A/S, reduceres med omkring 64 % (Fisker, 2012). Dette svarer samtidig til en besparelse i klimabelastningen på 18.144 kg CO₂-ækvivalenter/år og en mulig økonomisk gevinst på 25.600 kr. (tabel 6).



Figur 8 Slagtekyllingestald.
Kilde: Landbrugsinfo.dk.



Figur 9 Ventilation på slagtekyllingestald.
Kilde: Skov.dk.

Tabel 6 Oversigt over effekten af en stald, hvor der er installeret ventilation med Multistep og med 2 stk. LPC-ventilator i forhold til en stald med ventilation med spjældreguleret udsugning. Resultaterne er baseret på udregninger fra en typisk slagtekyllingestald med et bruttoareal omkring 2.000 m² og med 39.000 indsatte kyllinger. Beregningerne er foretaget ud fra en formodning om, at der gennemføres 8 hold om året.

Enhed Elforbrug	Referencestald Spjældreguleret udsugning	Stald efter indførelse af tiltag Multistep + 2 stk. LPC	Besparelse
kWh/kylling	0,139	0,050	~ 64 %
kWh/år	50.000	18.000	~ 64 %
Kg CO ₂ -ækvivalenter /år ¹	28.350	10.206	~ 64 %
Kr./år ²	40.000	14.400	25.600 Kr.

¹ El: 0,567 kg CO₂ -ækvivalenter/kWh. Kilde: Videncenter for energibesparelser i bygninger (2011).

² Pris sat til 0,80 kr./kWh. Kilde: Vinstrup (2012).

Hvis det derimod antages, at der allerede er indført Multistep ventilation med en trinløs ECT-ventilator, kan man dog stadig finde besparelser ved at udskifte ECT-ventilatorer med de mere energibesparende LPC-ventilatorer. I tabel 7 er den mulige besparelse i klimabelastningen estimeret til 1.134 kg CO₂-ækvivalenter, og den mulige økonomiske gevinst beregnet til 1.600 kr. ved blot at udskifte ventilatoren.

Tabel 7 Oversigt over effekten af en stald, hvor der er installeret ventilation med Multistep og trinløs ECT ventilator i forhold til en stald med Multistep ventilation og den mere energivenlige LPC-ventilator. Resultaterne er baseret på udregninger fra en typisk slagtekyllingestald med et bruttoareal omkring 2.000 m² og med 39.000 indsatte kyllinger. Beregningerne er foretaget ud fra en formodning om, at der gennemføres 8 hold om året.

Enhed Elforbrug	Referencestald Trinløs ECT-ventilator	Stald efter indførelse af tiltag LPC-ventilator	Besparelse
kWh/kylling	0,056	0,050	~ 10 %
kWh/hus/år	20.000	18.000	~ 10 %
Kg CO ₂ -ækvivalenter/år ¹	11.340	10.206	~ 10 %
Kr./år ²	16.000	14.400	1.600 kr.

¹ El: 0,567 kg CO₂ -ækvivalenter/kWh. Kilde: Videncenter for energibesparelser i bygninger (2011).

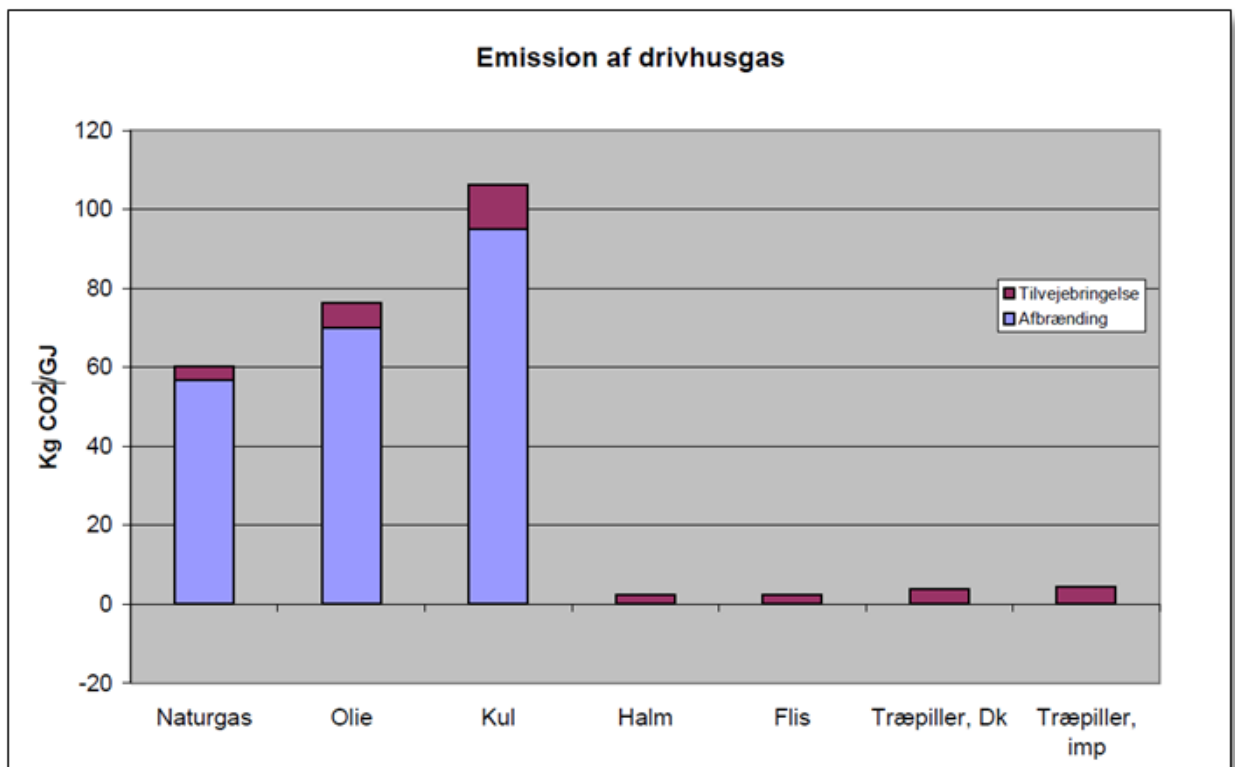
² Pris 0,80 kr./kWh. Kilde: Vinstrup (2012).

Investering

Omkostningerne forbundet med ændringen fra ventilation med spjældreguleret udsugning til Multistep vil ligge på omkring 50.000 kr. eksklusiv moms og installation. Ved udskiftning af den trinløse ECT-ventilator til den mere energibesparende LPC-ventilator vil prisen ligge på 6.000 kr. pr. ventilator eksklusiv moms og installation. Den samlede investering for en udskiftning af ventilationen med spjældreguleret udsugning til ventilation med Multistep og med 2 stk. LPC-ventilatorer vil dermed ligge omkring 62.000 kr. eksklusiv moms og installation (Fisker, 2012).

A 3.1.3 BIOBRÆNDSEL

Fossile brændsler indeholder kulstof, hvilket fører til udledning af CO₂ ved forbrænding. Når man nævner, at afbrændingen af halm eller træ er CO₂-neutral, så menes det, at mængden af CO₂, der frigives ved forbrændingen, vil blive optaget af kornet eller træet, når denne omsætter CO₂ til ilt ved fotosyntesen under vækstperioden. Dette fordrer dog, at der plantes lige så meget skov eller afgrøde, som der afbrændes. Samtidig gælder betegnelsen CO₂-neutral kun, hvis man taler om selve forbrændingsprocessen. Hvis hele produktionen af biobrændsler medregnes, så vil der være CO₂-emission forbundet med tilvejebringelsen af brændslerne, eksempelvis ved dyrkning af mark eller skov eller forarbejdning af halmen eller træflisen (Miljø og Energi, 2000).



Figur 10 Drivhusgasudledningen ved tilvejebringelse af forskellige brændsler målt i kg CO₂-ækvivalenter pr. GJ. Kilde: Miljø og Energi (2000).

I figur 10 ses forskellen i drivhusgasudledningen ved den energikrævende indvinding af forskellige former for brændsel. Udover den direkte emission af CO₂ er der også taget højde for metan-emissionen, og den samlede drivhusgasudledning er derfor opgjort i kg CO₂-ækvivalenter/GJ. Det ses ud fra figur 10, at det er mest energikrævende og dermed mest klimabelastende at afbrænde og tilvejebringe fossile brændsler såsom olie og kul i forhold til biobrændsler såsom halm og træflis. Figur 10 er inkluderet i rapporten for at illustrere den store forskel i anvendelse af fossile brændsler og biobrændsler. Ved at skifte til biobrændsler vil man kunne reducere udledningen af drivhusgasser fra produktionen markant (Miljø og Energi, 2000).

Der anvendes i dag oliefyr til opvarmning i mange slagtekyllingestalde (Vinstrup, 2012). I tabel 8 ses forskellen i den årlige udledning af drivhusgasser. Tabellen indeholder samtidig en beregning af den mulige besparelse ved at skifte fra olie (som den primære varmekilde) og i stedet anvende halm. Ud fra beregninger af varmeforbruget hos syv slagtekyllingeproducenter med olie som primære varmekilde er det gennemsnitlige varmeforbrug estimeret til 1,9 kWh/kylling. Varmeforbruget hos 15 slagtekyllingeproducenter med halm som opvarmningskilde gav et gennemsnitligt forbrug på 2,3 kWh/kylling (Kruse, 2012). Den årlige besparelse ved anvendelse af halm i forhold til olie som primære varmekilde er estimeret til 139.092 kg CO₂-ækvivalenter pr. år og den mulige økonomiske gevinst er udregnet til 222.768 kr. pr. år (tabel 8).

Tabel 8 Oversigt over effekten af opvarmning med halm i forhold til olie. Udregningerne er baseret på gennemsnitlige varmeforbrug i to identiske stalde med et bruttoareal på 2.000 m² og med 39.000 kyllinger. I den ene stald opvarmes der med olie, og i den anden stald opvarmes der med halm. Der er regnet på varmeforbruget ud fra formodningen om, at der kan gennemføres 8 hold/år.

Opvarmningsform (Primære varmekilde)	Olie (1L = 10 kWh)	Halm (1kg = 3,63 kWh)	Besparelse
kWh/kylling	1,9	2,3	-
kWh/år	592.800	717.600	-
Kg CO ₂ -ækvivalenter /år ¹	157.092	18.000	~ 89 %
Kr./år ²	373.464	150.696	222.768 kr.

¹ Fyringsolie: 0,265 kg CO₂-ækvivalenter/kWh. Kilde: Videncenter for energibesparelser i bygninger (2011) og halm: 0,025 kg CO₂-ækvivalenter/kWh. Vinstrup (2012).

² 6,30 kr./liter fyringsolie ~ 0,63 kr./kWh og 0,75 kr./kg halm ~ 0,21 kr./kWh. Kilde: Kruse (2012).

A.3.1.4 VARMEVEKSLERE

Varmeforbruget i en slagtekyllingestald er ofte højt. Dette skyldes, at kyllingerne ved ankomst fra rugeriet skal have en opstartstemperatur omkring 33 °C for at give dem en blid overgang fra rugeriet og dermed sikre en god opstart af deres vækstperiode. I løbet af de ca. 35 dage de befinder sig i slagtekyllingestalden, styres temperaturen af ventilationen og varmeanlægget og sænkes løbende til omkring 18 – 22 °C, hvilket betyder, at mængden af energi til opvarmning stiger med en faldende udendørs temperatur. Varmekilden til opvarmning er i de fleste tilfælde olie, men også gas og halm anvendes (Miljøstyrelsen, 2011a).

Princippet med en varmeveksler er, at den varme luft fra stalden anvendes til at opvarme den køligere luft udefra. Dermed forventes energiforbruget til opvarmning af slagtekyllingestaldene at reduceres. Varmeveksleren forventes endvidere at kunne reducere ammoniakfordampningen og lugten fra slagtekyllingestalde, idet strøelsen holdes tør og dermed hæmmer produktionen af ammoniak (Hansen et al., 2012).

I tabel 9 er det gennemsnitlige varmeforbrug hos syv slagtekyllingeproducenter med olie som primære varmekilde udregnet. Varmeforbrug med olie som primær varmekilde blev estimeret til 1,9 kWh/kylling. Producenterne af varmevekslere lover at energiforbruget på opvarmning kan reduceres medover 50 % (Se tabel 11, tabel 12 og tabel 13). En 50 % reduktion i varmeforbruget ved installation af en varmeveksler er valgt i tabel 9, da der ikke foreligger konkrete målinger.

Hvis stalden med olie som primær varmekilde sammenlignes med en stald, der stadig anvender olie til opvarmning, men som også har fået installeret en varmeveksler, så vil klimabelastningen ifølge beregningerne i tabel 9 kunne reduceres med 78.546 kg CO₂-ækvivalenter/år og resultere i en mulig økonomisk gevinst på 186.732 kr.

Tabel 9 Oversigt over effekten af en varmeveksler. Udregningerne er baseret på det gennemsnitlige varmeforbrug i en stald med et bruttoareal på 2.000 m² og med 39.000 kyllinger. I referencestalden opvarmes der med olie og i den anden stald opvarmes der også med olie, men hér er der samtidig installeret en varmeveksler. Der er regnet på varmeforbruget ud fra formodningen om at der kan gennemføres 8 hold/år.

Opvarmning	Olie (1 L = 10 kWh)	Olie + Varmeveksler	Besparelse ved installation af varmeveksleren
kWh/kylling	1,9	0,95	50 %
kWh/år	592.800	296.400	50 %
Kg CO ₂ -ækvivalenter/år ¹	157.092	78.546	50 %
Kr./år ²	373.464	186.732	186.732

¹ Fyringsolie: 0,265 kg CO₂-ækvivalenter/kWh. Kilde: Videncenter for energibesparelser i bygninger (2011).

² 6,30 kr./liter fyringsolie ~ 0,63 kr./kWh. Kilde: Kruse (2012).

Beregninger for varmeforbruget hos 15 slagtekyllingeproducenter med halm som opvarmningskilde gav et gennemsnitligt varmeforbrug på 2,3 kWh/kylling (Kruse, 2012).

Sammenlignes stalden med halm som primær varmekilde med en stald, der stadig anvender halm til opvarmning, men som også har fået installeret en varmeveksler, så vil klimabelastningen ifølge beregningerne i tabel 10 kunne reduceres med 14.220 kg CO₂-ækvivalenter/år og resultere i en mulig økonomisk gevinst på 125.798 kr.

Tabel 10 Oversigt over effekten af en varmeveksler. Udregningerne er baseret på det gennemsnitlige varmeforbrug i en stald med et bruttoareal på 2.000 m² og med 39.000 kyllinger. I referencestalden opvarmes der med halm og i den anden stald opvarmes der også med halm, men hér er der samtidig installeret en varmeveksler. Der er regnet på varmeforbruget ud fra formodningen om at der kan gennemføres 8 hold/år.

Opvarmning	Halm (1 kg = 3,63 kWh)	Halm + Varmeveksler	Besparelse ved installation af varmeveksleren
kWh/kylling	2,3 ¹	0,38	84 %
kWh/år	717.600	118.560	84 %
Kg CO ₂ -ækvivalenter/år ²	18.000	3.780	79 %
Kr./år ³	150.696	24.898	125.798 kr.

¹ Gennemsnit fra 15 slagtekyllingeproduktioner. Kilde: Kruse (2012).

² Halm: 0,025 kg CO₂-ækvivalenter/kWh. Kilde: Vinstrup (2012).

³ 0,75 kr./kg halm ~ 0,21 kr./kWh. Kilde: Kruse (2012).

Eksempel med Agro Supply Clima+ type 200

EnergiNord (2012) foretog i august 2012 i samarbejde med Rokkedal Energi A/S en effektmåling af energiforbruget for Agro Supplys varmeveksler Clima+ type 200 i slagtekyllingeproduktionen (figur 11). I undersøgelsen fandt de en besparelse på det totale energiforbrug og dermed også klimapåvirkningen i stalden med installeret varmeveksler på 80,5 % i forhold til referencestalden (tabel 11).

Tabel 11 Oversigt over effekten af Agro Supplys varmeveksler Clima+ type 200. Målingerne er foretaget i to identiske slagtekyllingestalde, begge med et nettoareal på 1.600 m² og 30.800 kyllinger. Der er beregnet et samlet energiforbrug ud fra formodningen om, at der kan gennemføres 8 hold/år. Den primære varmekilde er gaskanoner.

Enhed	Uden varmeveksler	Med varmeveksler	Besparelse
Varmeforbrug			
kWh/kylling	2,16	0,42	80,5 %
kWh/år	532.918	103.827	80,5 %
Kg CO ₂ -ækvivalenter/år ¹	109.248	58.870	80,5 %

¹ Naturgas: 0,205 kg CO₂-ækvivalenter/kWh. Kilde: Videncenter for energibesparelser i bygninger (2011).



Figur 11 Agro Supply's varmeveksler Clima+ 200.
Kilde: Agrosupply.com.

Eksempel med Big Dutchman A/S "EARNY"

Kruse (2012) undersøgte i sommerperioden 2012 energibesparelserne for anvendelse af Big Dutchman A/S's varmeveksler af typen "EARNY" (Figur 12). Der blev fundet en gennemsnitlig energibesparelse og dermed en reducereing i klimapåvirkningen på ca. 79 % i en standard slagtekyllingestald med installeret varmeveksler i forhold til en identisk stald uden varmeveksler (tabel 12).



Figur 12 Big Dutchman's varmeveksler "EARNY".
Kilde: bigdutchman.de

Tabel 12 Oversigt over effekten af Big Dutchmans varmeveksler "EARNY". Målingerne er foretaget i to identiske slagtekyllingestalde, med et bruttoareal på 2.000 m² og 39.000 kyllinger. Der er regnet på varmemeforbruget ud fra formodningen om, at der kan gennemføres 8 hold/år. Den primære varmekilde er halmfyf.

Enhed	Referencestald	Stald med varmeveksler	Besparelse
Varmeforbrug			
kWh/kylling	1,84	0,38	79 %
kWh/år	574.080	118.560	79 %
Kg CO ₂ -ækvivalenter/år ¹	18.000	3.780	79 %

¹ Halm: 0,025 kg CO₂-ækvivalenter/kWh, da halm er CO₂-neutral. Kilde: Vinstrup (2012).

Eksempel med varmegenvinder fra Skov A/S

Varmegenvinderen fra Skov A/S er stadig under afprøvning (figur 13). Det første hold fra 2012 er tæt på at være afsluttet, og de medtagne værdier i tabel 13 er derfor de foreløbige resultater fra undersøgelsen, så der tages forbehold for mulige ændringer ved testperiodens udløb. Indtil videre er der fundet en besparelse på varmemeforbruget og dermed også klimaeffekten på omkring 60 % (Fisker, 2012).

Tabel 13 Oversigt over effekten af Skov A/S's varmegenvinder. Målingerne er foretaget i to slagtekyllingestalde, der begge har et bruttoareal på omkring 2.000 m² og 39.000 kyllinger. Der er regnet på varmemeforbruget ud fra formodningen om, at der kan gennemføres 8 hold/år. Varmegenvinderen er stadig under afprøvning, så der tages forbehold for eventuelle ændringer i resultaterne senere i afprøvningsforløbet.

Enhed	Referencestald	Stald med varmeveksler	Besparelse
Varmeforbrug			
kWh/kylling	1,30	0,53	59 %
kWh/år	405.600	165.360	59 %
Kg CO ₂ -ækvivalenter/år ¹	229.975	93.759	59 %

¹ El: 0,567 kg CO₂-ækvivalenter/kWh. Kilde: Videncenter for energibesparelser i bygninger (2011).



Figur 13 Skov A/S's varmegenvinder.
Kilde: Skov.dk

Investeringen

Omkostningerne forbundet med installationen af varmevekslere ligger omkring 400.000 kr. inklusiv moms, installering, el-arbejde, fundament og afløb (Vinstrup, 2012).

Bemærkninger

Der kan forekomme øget vandforbrug i forbindelse med rengøring af varmeveksleren. Endvidere bør der forventes et øget tidsforbrug til vask og desinfektion efter hvert hold (Vinstrup, 2012).

A.3.1.5 SOLENERGI

Solenergi er en vedvarende energi, og for at udnytte denne form for energi i produktionen kræves det, at energien omdannes til eksempelvis elektricitet. Omdannelsen fra solenergi til elektricitet kan ske via et solcelleanlæg, hvilket kan være dyrt i opførselsomkostninger, men billig i drift, og samtidig bidrager det til at fremme anvendelsen af klimavenlig og ikke mindst omkostningslav energi (Plan og Miljø, 2009).

Placeringen af et solcelleanlæg er vigtig for at opnå det optimale udbytte af solenergien. Både hældningen og orienteringen i forhold til solen spiller en rolle. For at opnå det maksimale udbytte i forhold til elproduktionen over året er den optimale orientering af solpanelet mod syd og med en hældning på godt 42 % i forhold til horisonten. Dog producerer solcellerne strøm fra både direkte og diffust sollys, så under danske forhold vil der ikke mistes mere end 10 – 20 % ved en mindre hensigtsmæssig orientering (mere østlig eller vestlig og ned til 26 graders hældning eller op til 60 graders hældning) (Plan og Miljø, 2009).



Figur 14 Solcelleanlæg monteret på stalddag.
Kilde: teknordisk.dk.

En typisk slagtekyllingestald med et bruttoareal på 2.000 m² og 39.000 slagtekyllinger vil have et elforbrug omkring 63.000 kWh (Fisker, 2012). For at dække dette elforbrug med solenergi er der i dette eksempel anvendt et solcelleanlæg med en kapacitet på 82 kW_p¹, hvilket svarer til en årlig elproduktion på omkring 75.000 kWh (CBC-Energy, 2012).

Tagarealet til rådighed på en typisk slagtekyllingestald med et bruttoareal på 2.000 m² vil ligge omkring 900 m² (Vinstrup, 2012). Et solcelleanlæg med en kapacitet på 82 kW_p kræver et rådighedsareal på godt 540 m² (CBC-Energy, 2012).

Beregningerne i tabel 14 viser, at der er en mulig reduktion i klimabelastningen på 42.525 kg CO₂-ækvivalenter/år. Dette svarer til en besparelse på 119 % procent for stalden med solcelleanlægget i forhold til referencestalden. Den mulige økonomiske gevinst i eksemplet svarer til 66.000 kr./år, idet der formodes at være solgt 15.600 kWh/år til elnettet til en pris på 1,3 kr./kWh (CBC-Energy, 2012).

¹ kW_p står for kilo watt peak, der betegner den maksimale produktionskapacitet for et solcelleanlæg. Udregningen for et solcelleanlægs produktionskapacitet sker under særlige testforhold og i Danmark regner man ofte med at et anlæg på 1 kW_p vil kunne producere 800 – 900 kWh pr. år. Kilde: www.solcelleguiden.dk.

Tabel 14 Beregninger for besparelser i elforbrug, reducere i klimabelastning og mulig økonomisk gevinst ved at opføre et solcelleanlæg på en slagtekyllingestald med et bruttoareal på 2.000 m² og 39.000 slagtekyllinger. Beregningerne er foretaget ud fra en formodning om, at der gennemføres 8 hold/år.

Enhed	Referencestald	Stald med 82 kW _p solcelleanlæg	Besparelse
Elforbrug			
kWh/kylling	0,20	-	119 %
kWh/år	63.000	Overproduktion: 12.000 ³	119 %
Kg CO ₂ -ækvivalenter/år ¹	35.721	- 6.804	119 %
Kr./år ²	50.400	Solgt: 15.600 ⁴	66.000 kr.

¹ El: 0,567 kg CO₂-ækvivalenter/kWh. Kilde: Videncenter for energibesparelser i bygninger (2011) .

² 0,80 kr./kWh. Kilde: Vinstrup (2012).

³ Der skal betales en reduceret PSO-tarif (public service obligation) på 1,1kr./kWh af nettoproduktionen. Kilde: CBC-Energy (2012).

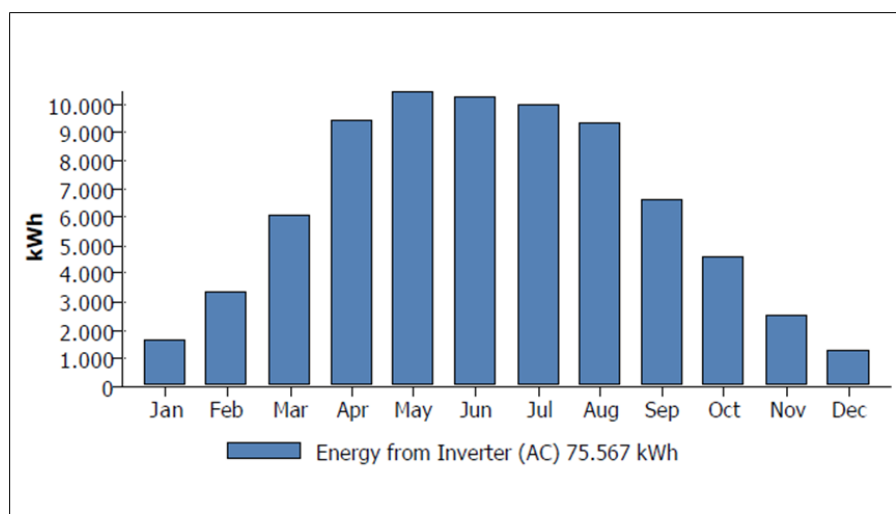
⁴ Overskydende el solgt for 1,3 kr./kWh. Kilde: CBC-Energy (2012).

Investering

Etableringen af et solcelleanlæg med en kapacitet på 82 kW_p svarende til en årlig elproduktion på 75.000 kWh vil koste omkring 750.000 kr. eksklusiv moms og installation (CBC-Energy, 2012). Salgsprisen for kWh solgt til elnettet er ifølge Klima og Energiministeriet (2012) sat til 1,3 kr./kWh de første 10 år ved solcelleanlæg op til 400 kW etableret i 2013 (tabel 14).

Bemærkninger

Solcelleanlæg har ofte en lang levetid (20 år eller mere), og under gode lysforhold vil anlægget kunne producere elektricitet med meget lidt vedligehold. Dog bør det nævnes, at da lysforholdene fluktuerer gennem året, vil energiudbyttet fra solcelleanlægget også fluktuerer (figur 15). Dette betyder, at der i nogle perioder (især om vinteren) vil være behov for at købe sig til elektricitet, men at der i sommermånederne vil være mulighed for at sælge en del af den overskydende elektricitet til elnettet (Plan og Miljø, 2009).



Figur 15 Det årlige fluktuerende energiudbytte i form af elektricitet (kWh) fra et solcelleanlæg. Om vinteren vil der være færre soltimer, hvilket betyder, at hér vil udbyttet være lavest. Omvendt vil der i sommermånederne være mange soltimer, hvilket betyder en højere produktion af kWh. Kilde: CBC-Energy (2012).

A.3.1.6 VINDENERGI

Vindenergi er vedvarende energi, og i Danmark har vi en gennemsnitlig vindhastighed på 7 – 8 m/s. Den højeste vindhastighed vil dog være at finde ved kysterne og især de vestvendte kyster (Sejersbøl, 2012). Ved en højere vindhastighed producerer vindmøllen mere strøm, og derfor forventes produktionen af el fra vindmøllerne at være højest i vinterhalvåret, hvor vindhastigheden vil forventes at være højere end i sommerhalvåret (HS Wind, 2012). Slagtekyllingeproduktionen har et højt elforbrug forbundet med opvarmning og ventilering af staldene (Miljøstyrelsen, 2011a). Derfor vil opførelsen af en vindmølle forventes at kunne give en betydelig besparelse i klimabelastningen samt give en økonomisk gevinst, da elforbruget potentielt vil kunne dækkes med vindenergi.

I tabel 15 er mulige besparelser i elforbruget, reducere af klimabelastningen og den mulige økonomiske gevinst i en slagtekyllingestald ved opførelsen af en 25 kW vindmølle beregnet. Salgsprisen på el fra vindmøllen vil ifølge Sejersbøl (2012) ligge på 0,32 kr./kWh. For de første 22.000 fuldlasttimer vil der være et tillæg på 25 øre/kWh, hvilket giver en samlet økonomisk gevinst på 66.075 kr./år. Endvidere vil der være en overproduktion på omkring 27.500 kWh/år, hvilket svarer til en reducere i klimabelastningen med 51.314 kg CO₂-ækvivalenter/år hos slagtekyllingestalden med en 25 kW vindmølle opført i forhold til en standard slagtekyllingestald uden vindmølle.



Figur 16 HS Wind's vindmølle Viking 25 kW.
Kilde: hswind.dk.

Tabel 15 Beregninger for besparelser i elforbrug, reducere i klimabelastning og mulig økonomisk gevinst ved at opføre en vindmølle til at erstatte elforbruget i en slagtekyllingestald med et bruttoareal på 2.000 m² og 39.000 slagtekyllinger. Beregningerne er foretaget ud fra en formodning om, at der gennemføres 8 hold/år.

Enhed	Referencestald	Stald med 25 kW vindmølle	Besparelse
Elforbrug			
kWh/kylling	0,20	-	156 %
kWh/hus/år	63.000	Overproduktion: 27.500 ³	156 %
Kg CO ₂ -ækvivalenter/år ¹	35.721	- 15.593	156 %
kr./år ²	50.400	Solgt: 15.675 ³	66.075 kr.

¹ El: 0,567 kg CO₂-ækvivalenter/kWh. Kilde: Videncenter for energibesparelser i bygninger (2011).

² 0,80 kr./kWh. Kilde: Vinstrup (2012).

³ Ved en vindhastighed på 7 m/s vil en 25 kW vindmølle kunne producere 90.500 kWh/år. Kilde: HS Wind (2012). 0,32 kr./kWh + et tilskud på 0,25 kr./kWh de første 22.000 fuldlast timer. Kilde: Sejersbøl (2012).

Investering

Omkostningerne for opførelsen af en 25 kW vindmølle vil være omkring 590.000 kr. eksklusiv moms, men inklusiv opstilling og tilslutning (HS Wind, 2012).

Bemærkninger

Der er en del bemærkninger omkring opførelsen af vindmøller. Herunder nævnes et par af de vigtigste anmærkninger, når man skal opføre en vindmølle (Der kan findes flere på eksempelvis [www. Lemviglandbo.dk](http://www.Lemviglandbo.dk)).

Når placeringen af vindmøllen skal besluttes, er der en del ting man skal tage i betragtning. Først og fremmest skal afstanden til nærmeste bebyggelse være 4 gange møllens højde. Det vil sige, at en mølle med en højde på 25 m skal være placeret, så der er 100 meter til nærmeste bebyggelse. Derudover må støjniveauet ifølge lovgivningen ikke overstige 44 dB ved udendørs opholdsarealer ved en vindhastighed på 8 m/sek. (ældre møller støjer ofte 48-50 dB). Støjniveauet ved udendørs opholdsarealer i en by må ikke overstige 39 dB, og den lavfrekvente støj (indendørs måling) i boligområder må ikke overskride 20 dB ved en vindhastighed på 8 m/s. Endvidere må skyggebelastningen i form af skyggekast fra vingerne ikke overskride 10 timer om året i boligområder (Christensen et al., 2012).

A 3.1.7 RACEVALG

Da de karakteristiske træk fra racerne anvendt til slagter er forsvundet, anvender man i stedet betegnelsen avlsmærker. I Danmark er det især avlsfirmaet Ross, der anvendes (Pedersen et al., 2001), og de to mest anvendte avlsmærker til slagtekyllinger er på nuværende tidspunkt Ross 308 eller Ross 708 (Ross 308, 2012; Ross 708, 2012).



Figur 17 Slagtekylling af avlsmærket Ross 308.

Kilde: en.aviagen.com

Ved at styre foderoptagelsen via foderprogrammer kan kyllingernes foderudnyttelse optimeres. I første leveuge fodrer man ad libitum, men herefter kan der vælges en restriktiv fodring eller en måltidsfodring. Den restriktive fodring foregår ofte i kyllingernes 2. – 4. leveuge (Pedersen, et al. 2001).



Figur 18 Slagtekyllinger.

Kilde: indiamart.com

Restriktiv fodring kan eksempelvis betyde, at man giver kyllingerne 90 % af den mængde foder, man normalt ville have tilført kyllingerne, hvis de havde haft fri adgang til foderet. Måltidsfodring kan eksempelvis betyde, at man tilbyder kyllingerne 20 timer med foder, og herefter lader fodertrugene stå tomme i 4 timer. Grunden til, at man indfører foderprogrammer, er kyllingernes høje vækstrate. En høj vækstrate hænger ofte sammen med et højt foderforbrug, og det er én af disse ting, man forsøger at optimere gennem nye avlsmærker (Pedersen et al., 2001).

Tablet 16 Oversigt over avlsmærker indenfor slagtefjerkræ og beregninger af klimapåvirkningen og omkostningerne i forbindelse med deres foderudnyttelse. Det antages, at der er tale om en typisk slagtekyllingestald, hvor der gennemføres 8 hold af 39.000 slagtekyllinger pr. år.

Enhed Foderudnyttelse	Ross 308	Ross 708	Besparelse
Foderudnyttelse ved 42 dage (kg foder/kylling)	4,7571 ¹	4,4752 ²	6 %
Vægt ved 42 dage (kg)	2,7681 ¹	2,6392 ²	6 %
Kg foder/år	1.484.184	1.396.200	6 %
Kg CO ₂ - ækvivalenter/år ³	1.009.245	949.416	6 %

¹ Kilde: Ross 308 (2012).

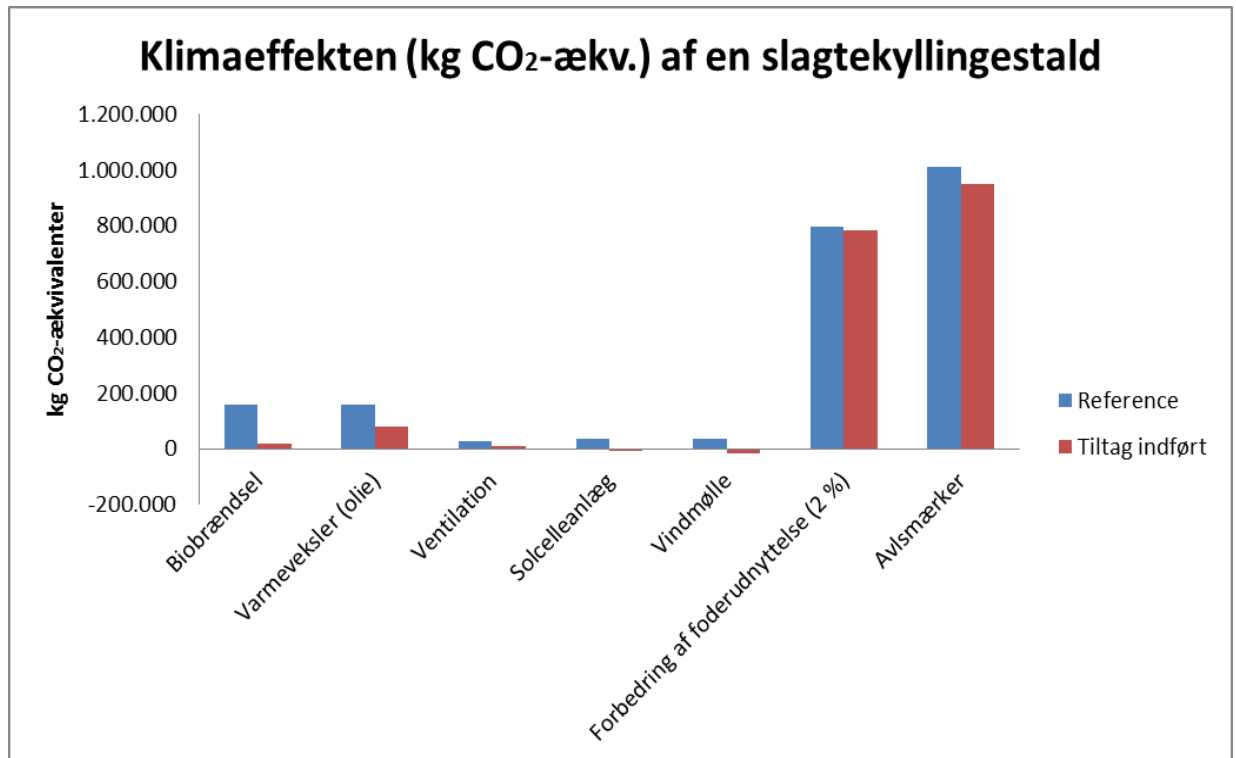
² Kilde: Ross 708 (2012).

³ 0,68 kg CO₂-ækvivalenter/ kg foder. Kilde: Nielsen et. al. (2011).

I tabel 16 er beregningerne for klimapåvirkningen og omkostningerne ved avlsmærkerne Ross 308 og Ross 708 udregnet ved hjælp af foderudnyttelsen oplyst af avlsselskabet. Hvis det antages, at der gennemføres 8 hold pr. stald pr. år, og at hvert hold består af 39.000 slagtekyllinger, vil det årlige foderforbrug blive 1.484.184 kg foder/kylling for en Ross 308 på 42 dage, og for en Ross 708 ved samme alder vil foderforbruget ligge på 1.396.200 kg foder/kylling. Dette betyder, at ved at skifte fra avlsmærket Ross 308 til Ross 708 vil der potentielt kunne reduceres med 59.829 kg CO₂-ækvivalenter pr. år. Prisen for at opnå denne forbedring af klimavenligheden afhænger af Ross 708 kyllingernes øvrige produktionsresultater som f.eks. tilvækst og dødelighed.

A.4 Samlet vurdering af tiltag

I figur 19 findes en samlet oversigt for de klimavenlige tiltag, der vurderes at kunne reducere klimapåvirkningen fra en slagtekyllingestald. Klimapåvirkningen er målt i kg CO₂-ækvivalenter i en slagtekyllingestald før tiltaget indføres (referencestalden), og den mulige reduktion i klimapåvirkningen efter tiltaget er indført.



Figur 19 Samlet oversigt over klimavenlige tiltag, der er vurderet til at kunne reducere klimapåvirkningen fra slagtekyllingeproduktionen. Biobrændsel refererer til sammenligningen mellem opvarmning med olie og halm (tabel 8). Varmevæksleren refererer til opvarmning med olie og opvarmning med olie + varmeveksler (tabel 9). Ventilation refererer til sammenligningen mellem en stald med spjældreguleret udsugning og en stald med multistep ventilation og to stk. LPC-ventilatorer (tabel 6). Solcelleanlæg refererer til elforbruget i en stald med og uden solcelleanlæg (tabel 14). Vindmølle refererer til en slagtekyllingestald med og uden elproduktion fra en vindmølle (tabel 15). Der vil ved solcelleanlægget og vindmøllen være en reduktion i klimaeffekten med over 100 %. Klimapåvirkningen fra de to avlsmærker Ross 308 og Ross 708 er baseret på foderudnyttelsen og dermed det årlige foderforbrug (tabel 16).

Foder står for 91 % af den samlede klimaeffekt fra slagtekyllingeproduktionen (Nielsen et al, 2011). Ved at forbedre foderudnyttelsen hos de slagtekyllingeproduktioner, der udgør den tredjedel, der har den dårligste foderudnyttelse (kg foder/kylling), kan klimabelastningen potentielt reduceres med 12.912 kg CO₂-ækvivalenter/år, hvilket svarer til en mulig økonomisk gevinst på ca. 55.000 kr./år (tabel 5). Et andet klimavenligt tiltag indenfor foder er racevalg eller nærmere betegnet valg af avlsmærker. Ved at skifte fra avlsmærket Ross 308 til Ross 708 kan klimapåvirkningen potentielt reduceres med 59.829 kg CO₂-ækvivalenter/år (tabel 16).

Energiforbruget i forbindelse med elektriciteten står for 4 % af den samlede klimaeffekt fra slagtekyllingeproduktionen (Nielsen et al., 2011). Ved etablering af et solcelleanlæg med en årlig produktion på 75.000 kWh/år vil klimabelastningen fra slagtekyllingestalden potentielt kunne reduceres med 42.525 kg CO₂-ækvivalenter/år og give en mulig økonomisk gevinst på 66.000 kr./år (tabel 14).

En anden mulighed for at reducere klimapåvirkningen fra slagtekyllingeproduktionen i forbindelse med elforbruget er opførelse af en vindmølle med en årlig produktion på 90.500 kWh. Dette giver en potentiel reduktion i klimabelastningen på 51.314 kg CO₂-ækvivalenter/år og en mulig økonomisk gevinst på 66.075 kr./år (tabel 15).

Omkring en tredjedel af elforbruget i en slagtekyllingestald går til ventilationen (Fisker, 2012). Ved at installere ventilation med Multistep og 2 stk. LPC-ventilator i forhold til en stald med ventilation med

spjældreguleret udsugning vil der potentielt kunne reduceres med 18.144 kg CO₂-ækvivalenter/år i klimabelastningen og samtidig give en mulig økonomisk gevinst på 25.600 kr. (tabel 6).

Varmeforbruget i en slagtekyllingestald er ofte højt, da den primære staldtemperatur for kyllingerne i gennemsnit ligger ved 18 – 22 °C. Endvidere vil den indendørs temperatur falde, hvis udendørstemperaturen falder, hvorfor varmekonsumet er højest om vinteren (Miljøstyrelsen, 2011a). Ved at installere en varmeveksler i en stald, der normalt opvarmes af olie i forhold til en stald, der kun anvender olie til opvarmning, vil der potentielt kunne spares 78.546 CO₂-ækvivalenter/år, og der vil samtidig være en mulig økonomisk gevinst på 186.732 kr./år (tabel 9).

Tabel 17 Oversigt over den potentielle reduktion i klimabelastningen ved at indføre klimavenlige tiltag i slagtekyllingeproduktionen gennemgået i denne rapport.

Tiltag	Reduktion i klimabelastning (CO ₂ -ækvivalenter/år)
Biobrændsel	139.092
Varmeveksler	78.546
Racevalg	59.829
Vindmølle	51.314
Solcelleanlæg	42.525
Ventilation	18.144
Forbedring af foderudnyttelsen (2 %)	15.600

Ud fra de ovenstående beregninger for de klimavenlige tiltag vurderes det hér, at der er mange muligheder for at reducere klimabelastningen fra produktionen af slagtekyllinger. I tabel 17 findes en oversigt over de klimavenlige tiltag, der er vurderet at have en klimavenlig effekt, og deres potentielle reduktion i klimabelastning. Ved at udskifte olie med halm som primære varmekilde, eller at indføre en varmeveksler som supplement til olie, vil man potentielt kunne reducere klimabelastningen med over 100.000 kg CO₂-ækvivalenter årligt. Samtidig støtter man udnyttelse af andre ressourcer end olie og er dermed med til at skabe fokus omkring andre former for opvarmning af en slagtekyllingestald.

Med et skift til avlsmærket Ross 708 vil der potentielt kunne spares over 50.000 kg CO₂-ækvivalenter årligt. Avlsmærket Ross 708 har ifølge beregningerne et mindre foderindtag/kylling i forhold til Ross 308. Nielsen et al. (2011) fandt, at foder bidrager med 91 % af klimabelastningen i slagtekyllingeproduktionen, og derfor vil enhver reduktion i foderforbruget være klimavenligt. Selvom en reduktion på 2 % hos den tredjedel af slagtekyllingebesætninger med ringeste foderudnyttelse, kun potentielt reducerer klimabelastningen med knap 16.000 kg CO₂-ækvivalenter/år, vil det stadig have en stor betydning, da dette samtidig kan betyde bedre management og måske bedre trivsel hos kyllingerne.

Ved udskiftning af ventilation med spjældreguleret udsugning til ventilation med multistep og 2 stk. LPC-ventilatorer vil man potentielt kunne reducere klimabelastningen fra slagtekyllingestalden med 18.144 kg CO₂-ækvivalenter/år. Endvidere vil opførelsen af en vindmølle eller etableringen af et solcelleanlæg på staldtaget potentiel kunne reducere den årlige klimabelastning med 40 – 50.000 kg CO₂-ækvivalenter. Dette lyder måske ikke af meget, hvis man sammenligner med reduktionen i klimabelastningen fra eksempelvis skift til biobrændsel. Det skal dog alligevel med hér, da man ved at udnytte vedvarende ener-

gi udtrykker (ligesom ved biobrændsel, varmevekslere og energisparende ventilation) opbakning omkring nye og mere bæredygtige metoder til at erstatte eksempelvis den dyre olie eller el fra kraftvarmeverker. Dette skaber muligheder for at blive selvforsynende og klimavenlige, imens det også giver mulighed for at dele den klimavenlige energi med andre.

A. 5 Andre tiltag

JORDVARME

De øvre jordlag tilføres varmeenergi om sommeren, og denne varmeenergi lagres i jorden. Ved hjælp af et slangesystem i jorden og en varmepumpe kan energien udtrækkes fra jorden hele året og blandt andet anvendes til opvarmning. Varmeenergien fra jorden anvendes til opvarmning af vand samt gulvvarme (DVI, 2011).

Jordvarme anvendes i dag ofte til opvarmning af private hjem (DVI, 2011). I en slagtekyllingestald er der et stort varmekonsum i starten af kyllingernes levetid (Miljøstyrelsen, 2011a), så ved at indføre jordvarme som gulvvarme i staldene ville det forventes, at energiforbruget til opvarmningen kunne mindskes.

Varmebehovet i slagtekyllingestalden kan muligvis dækkes ved hjælp af jordvarme, men besparelsen udebliver. En lav fremløbstemperatur kan ikke give den nødvendige varme til stalden i de varmesystemer der er tilgængelige i dag (Vinstrup, 2012). Den fremløbstemperatur, der kræves for at have den nødvendige temperatur omkring de 33 °C i starten af kyllingernes produktionsperiode, er højere, end hvad jordvarmeanlægget kan præstere (Miljøstyrelsen, 2011a). Derfor skal der anvendes endnu en varmekilde, måske i form af elektricitet, hvilket betyder, at elforbruget vil stige, hvis fremløbstemperaturen skal holdes høj, og omkostningerne for opvarmningen vil derfor også stige. En anden betydelig ulempe ved anvendelsen af jordvarme til gulvvarme i slagtekyllingestalden er, at det ikke er muligt at foretage en hurtig regulering af temperaturen i stalden. En hurtig regulering af temperaturen i stalden er vigtig i slagtekyllingeproduktionen og kan have stor betydning for kyllingernes trivsel og vækst (Miljøstyrelsen, 2011a).

Baseret på ovennævnte betragtninger vurderes det, at gulvvarme ikke kan anvendes som eneste varmekilde i et slagtekyllingehus. Muligheden for redueringen af klimabelastningen, besparelsen i energiforbruget og den mulige økonomiske gevinst udebliver, hvorfor dette tiltag ikke kommenteres yderligere i denne rapport.

BIOGAS

Biogas er CO₂-neutral, og energien, der produceres ved afbrænding af biogas, kan erstatte fossil energi (Clausen og Bahrndorff 2010). Derfor forventes det, at klimapåvirkningen fra fjerkræproduktionen kan reduceres ved at anvende biogasanlæg til erstatning for en del af el- og varmekonsumet i slagtekyllingestalden. Dybstrøelse fra fjerkræstalde har et højt tørstofindhold og giver derfor et højt gaspotentiale. Det er dog nødvendigt at opblende den tørre gødning med gylle eller andet mere flydende gødning, da der ellers kan opstå maskinelle problemer, samt problemer med kvælstofhæmning pga. det høje kvælstofindhold i fjerkrægødning (FIB, 2009).

Der findes både fællesanlæg og gårdanlæg i Danmark. Fællesanlæggene er store anlæg, hvor flere husdyrbesætninger afleverer deres gødning. Gårdanlæg modtager som regel gødning fra stalde indenfor samme bedrift (Biogassekretariatet, 2011).

I tabel 18 findes en oversigt over forskellige biomasser, deres gaspotentiale og energiproduktionen ved afbrænding. Selvom fjerkrægødning ifølge denne tabel ikke har det højeste gaspotentiale, så er gaspotentialet noget større end gaspotentialet for eksempelvis svinegylle.

Ud fra tabel 18 ses det, at energien fra biogas baseret på fjerkrægødning potentielt vil kunne resultere i en elproduktion på 267 kWh ved ét tons fjerkrægødning.

Tabel 18 Oversigt over energiindholdet for ét tons biomasse. Kilde: Clausen og Bahrndorff, 2010.

1 l fyringsolie \approx 10 kWh	Methan / t. biomasse	Energi	El-prod. andel	Varme-prod. andel
1 m ³ methan = 10 kWh	(m ³ methan)	(kWh)	(kWh)	(kWh)
1 m ³ biogas = 6,5 kWh				
Svinegylle	11,3	113	49	57
Kvæggylle	17,5	175	75	88
Fjerkrægødning	62	620	267	310
Mave-tarm slagteriaffald	32	320	138	160
Slagteriaffald (fedt)	260	2.600	1.118	1.300

En typisk slagtekyllingestald har et elforbrug omkring 63.000 kWh pr. år eller et typisk varmeforbrug på 592.800 kWh/år med olie som primære varmekilde. I en slagtekyllingestald med 39.000 slagtekyllinger med 8 årlige rotationer vil der potentielt kunne produceres 633,36 tons biomasse pr. år (2,03 tons gødning pr. 1.000 kyllinger ved 40 dage = 0,00203 tons gødning/kylling; 39.000 slagtekyllinger/rotation * 8 rotationer/år = 312.000 slagtekyllinger/år; 312.000 slagtekyllinger/år * 0,00203 tons gødning/slagtekylling = 633,36 tons gødning/år) (Årsberetning, 2011). Den producerede biogas anvendes især til el og varme. Ved hjælp af et motorgeneratoranlæg omdannes ca. 40 % energi til el og omkring 50 % energi til varme (Biogassekretariatet, 2011). De 633,36 tons biomasse, der potentielt kunne produceres årligt i en typisk slagtekyllingestald, vil ifølge tabel 18 kunne producere 169.107 kWh som el og 196.342 kWh som varme. Dette betyder at det årlige elforbrug på 63.000 kWh i en slagtekyllingestald potentielt kan dækkes af produktionen fra biogasanlægget, imens det høje årlige varmeforbrug på omkring 592.800 kWh ikke dækkes af produktionen fra biogasanlægget og derfor stadig vil kræve anden form for opvarmingskilde. Da der ikke findes konkrete målinger for anvendelse af fjerkræbiomasse til afbrænding i et biogasanlæg og der dermed er tale om gaspotentialer, så er tiltaget ikke vurderet yderligere.

(xergi, 2012). Samtidig skal der tages højde for at eksempelvis kvælstof-kvoterne for udbringning af den afgassede gødning overholdes.

Del B: Klimavenlige tiltag i produktionen af økologiske konsumæg

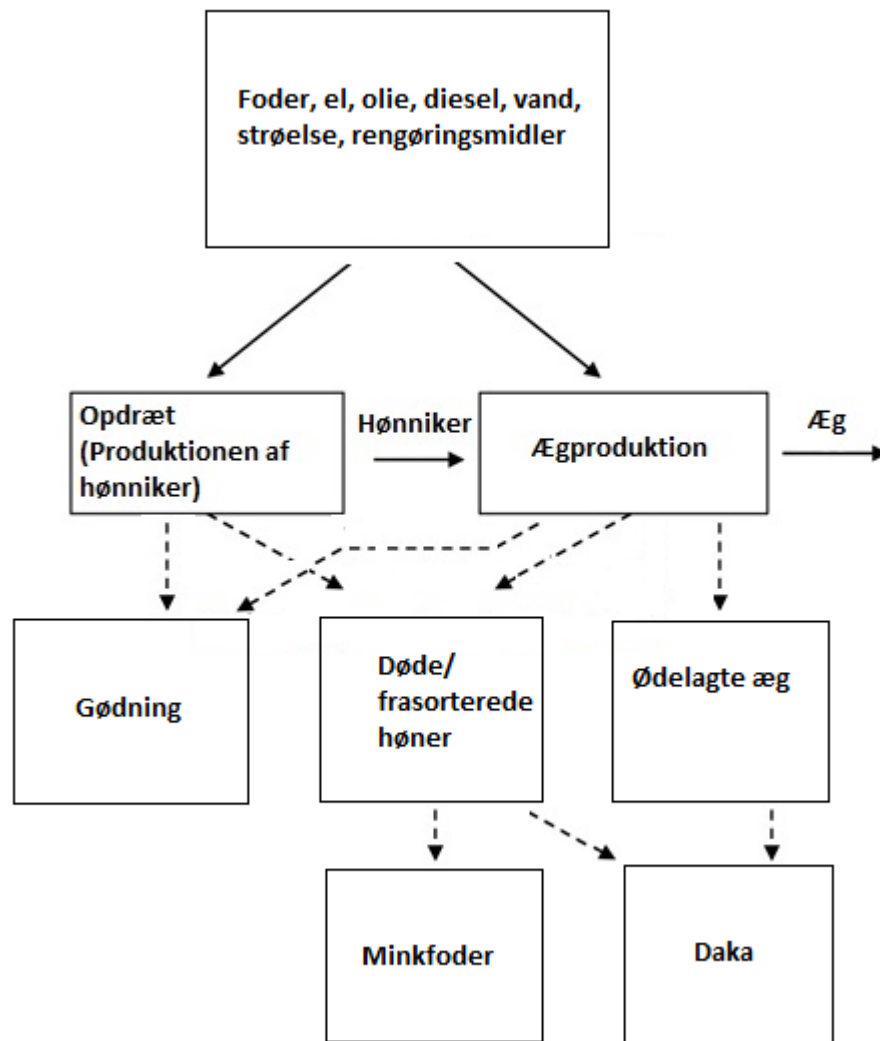


Figur 20 Økologiske konsumægshøner med grovfoder.
Kilde: okologi.dk

Formålet med denne rapport er at implementere og analysere klimavenlige tiltag i fjerkræproduktionen. Der vil kigges nærmere på tiltag indenfor foderudnyttelse, ventilation og elektricitetsforsyning. Der vil først være en kort gennemgang af resultaterne fra livscyklusanalysen fra første del af projektet, hvorefter indsatsområderne gennemgås, og de forskellige tiltag præsenteres. Der udføres en nærmere vurdering af de tiltag, der menes at være mest rentable. Eventuelle besparelser i økonomi samt klimabelastning vil beregnes.

B.1 Livscyklusanalyse (LCA) for produktionen af økologiske konsumæg

En livscyklusanalyse (LCA) er en opsamling af miljømæssige effekter, som et produkt eller en service har gennem dennes levetid. Livscyklusanalysens indhold for produktionen af økologiske konsumæg ses i flowdiagrammet i figur 21. De inkluderede produktionsled er: Opdræt (hønnikeproduktionen) og ægproduktionen. En komplet gennemgang af livscyklusanalysen og flowdiagrammet findes i Nielsen et al. (2013).

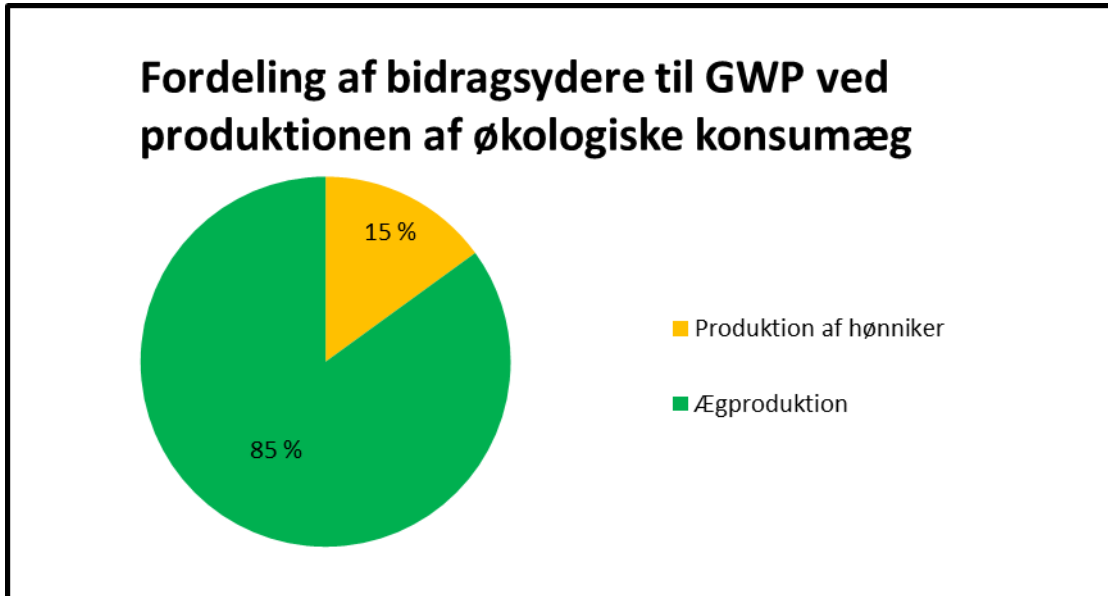


Figur 21 Flowdiagram for produktionen af økologiske konsumæg. Boksene skal illustrere processer, pilene skal illustrere input udefra og transport mellem processer og de stiplede pile skal illustrere biprodukter fra produktionen af økologiske konsumæg.

B.1.1 Drivhusgasudledningen fra produktionen af økologiske konsumæg

Ud fra beregninger af kg CO₂-ækvivalenter for alle produktionsled i flowdiagrammet i figur 21 er bidraget til det globale opvarmningspotentiale (GWP) estimeret til 1,80 kg CO₂-ækvivalenter pr. kg æg klar til transport til pakkeriet, hvilket svarer til 0,112 kg CO₂-ækvivalenter pr. æg (Nielsen et al., 2013).

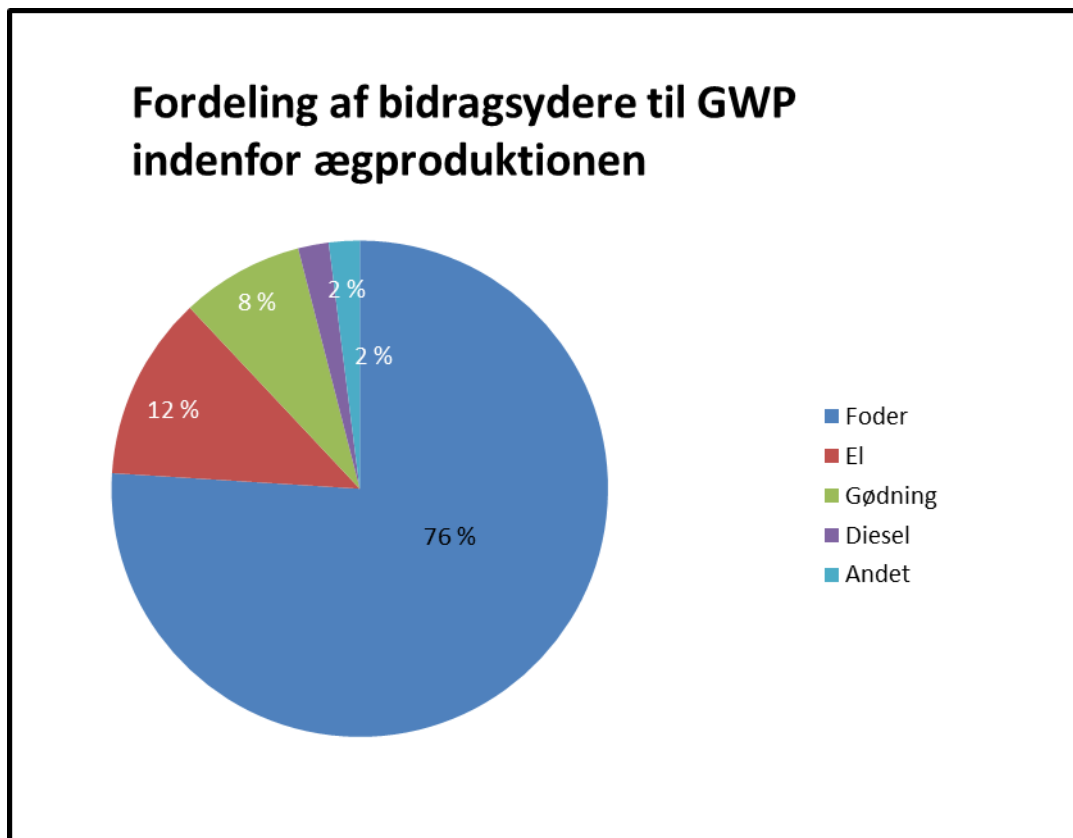
Den procentvise fordeling af bidragsydere til det globale opvarmningspotentiale (GWP) under produktionen af økologiske konsumæg er illustreret i figur 22. Her ses det, at den største bidragsyder er ægproduktionen, der bidrager med 85 % til det globale opvarmningspotentiale (GWP). Produktionen af hønniker bidrager dermed med de sidste 15 % til det samlede GWP (Nielsen et al., 2013).



Figur 22 Den procentvise fordeling af bidragsydere ved produktion af økologiske konsumæg.

Kilde: Nielsen, et al.(2013).

Det største bidrag til GWP stammer altså fra ægproduktionen. I figur 23 er den procentvise fordeling af bidragsydere indenfor ægproduktionen illustreret. Her ses det tydeligt, at foder er den største bidragsyder med 76 %. El bidrager med 12 %, gødning med 2 %, diesel med 2 % og andet (såsom transport, olie, vand osv.) bidrager med 2 % (Nielsen et al., 2013).



Figur 23 Den procentvise fordeling af bidragsydere til det globale opvarmingspotentiale (GWP) ved produktionen af økologiske konsumæg. Kilde: Nielsen et al. (2013).

B.2 Produktionskæden for produktionen af økologiske konsumæg

I Nielsen et al., (2012) var de inkluderede produktionsled opdræt af hønniker og ægproduktionen. Ud fra beregninger af GWP₁₀₀ for de i alt to produktionsled blev det tydeliggjort, at det var ægproduktionen, der bidrog mest til klimabelastningen (figur 22). Derfor vil det være tiltag, der kan implementeres i ægproduktionen, der vil vurderes i følgende afsnit.

B.2.1 Ægproduktionen

En typisk stald til økologiske høner har et bruttoareal på 2.400 m² og er delt på midten af en række reder til æglægning. På gulvet langs siderne findes et skrabeareal med strøelse, og langs siderne af stalden er der udgangshuller til hønsegården. Mellem stald og hønsegård kan der være etableret en veranda (Miljøstyrelsen, 2011b). I hver stald findes der typisk 12.000 høner opdelt i fire afdelinger med 3.000 høner i hver (Provstgård, 2012).

Den økologiske ægproduktion følger princippet "alt ind alt ud", så når en rotation er færdig, vil der være en tomgangsperiode på omkring tre uger, hvor staldene rengøres og desinficeres. De ca. 12.000 hønniker sættes ind i æglæggestalden ved en alder omkring 18 uger. Herefter opholder de sig i ægproduktionen i ca. 58 uger, hvilket giver en produktionscyklus på godt 76 uger. Det tager typisk 1 – 3 uger for en hønnike at udvikle sig til en æglæggende høne efter indsætningen i stalden. Ægindsamlingen sker én gang dagligt, og de indsamlede æg sættes straks på køl (Miljøstyrelsen 2011b).

B.3 Klimavenlige tiltag i produktionen af økologiske konsumæg

Ægproduktionen blev det udvalgte produktionsled til undersøgelse af mulige klimaforbedrende tiltag, da dette produktionsled bidrog med hele 85 % af det samlede GWP₁₀₀ fra produktionen af økologiske konsumæg og dermed er det produktionsled, der bidrager mest til klimabelastningen (Nielsen et al., 2013). Indenfor ægproduktionen var det især foder, der bidrog til klimabelastningen, og derfor blev klimavenlige tiltag for foder valgt til videre behandling. Da der er stor variation indenfor foderforbrug og foderudnyttelse hos økologiske æglæggere, er der hér taget udgangspunkt i den dårligste tredjedel. Det betyder, at beregningerne er foretaget ud fra et gennemsnit for den tredjedel af økologiske ægbesætninger der har det højeste foderforbrug og dermed den dårligst foderudnyttelse (stor mængde foder og lav ægproduktion), da det er forbedringen af disse besætninger, der kan medføre en betydelig reduktion i klimabelastningen fra ægproduktionen.

Selvom elektriciteten bidrager med en meget lille andel til klimabelastningen i forhold til foder (figur 22), så er tiltag til besparelser i elforbruget alligevel medtaget. Dette skyldes, at økologiske ægproducenter, der har høner med et optimeret foderforbrug og foderudnyttelse, stadig kan gøre deres produktion mere klimavenlig ved eksempelvis at reducere det årlige elforbrug. Nogle tiltag vil også kunne anvendes i opdræt af hønniker, men hér gennemgås kun tiltag relateret til den økologiske ægproduktion.

B.3.1 Udvalgte tiltag

I dette afsnit gennemgås klimavenlige tiltag i den økologiske konsumægsproduktion. Der vil beregnes besparelser på kWh/årshøne, kWh/år, kr./år, kg CO₂-ækvivalenter/år, kg foder/kg æg og kg foder/år.

Til beregninger af omkostninger for elforbruget anvendes en kWh-pris på 0,80 kr./kWh (Vinstrup, 2012). Klimaeffekten måles i kg CO₂-ækvivalenter. Omregningen fra forskellige energikilder til kg CO₂-ækvivalenter kan findes i tabel 19.

Det gennemsnitlige foderforbrug hos den dårligste tredjedel af de økologiske konsumægsbesætninger opgøres i kg foder/kg æg og kg foder/år.

For alle de valgte klimavenlige tiltag, vil der udregnes en forventet besparelse i kWh/år, kr./år, kg CO₂-ækvivalenter/år og kg foder/år i forhold til referencetilstande. Klimavenlige tiltag, der vurderes at være rentable, vil fremhæves, og prisen for tiltaget vil estimeres.

Tabel 19 Oversigt over omregninger til kg CO₂-ækvivalenter fra forskellige energikilder.
Kilde: Videncenter for energibesparelser i bygninger, (2011).

EI	0,567 kg CO ₂ -ækvivalenter/kWh
Naturgas	0,205 kg CO ₂ -ækvivalenter/kWh
Fyringsolie	0,265 kg CO ₂ -ækvivalenter/kWh
Fjernvarme	0,137 kg CO ₂ -ækvivalenter/kWh
Foder¹	1,15 kg CO ₂ -ækvivalenter/kg foder

¹Kilde: Nielsen et al., 2013.

B.3.1.1 FODERUDNYTTELSE

Det gennemsnitlige foderforbrug for den dårligste tredjedel af de økologiske ægproduktionsenheder er estimeret til 2,65 kg foder/kg æg (E-kontrol, 2012). Ud fra et gennemsnit på 17,45 kg æg/årshøne svarer dette til 554.910 kg foder/år (tabel 19). Ved rådgivning til bedre management forventes det, at foderforbruget kan reduceres hos den dårligste tredjedel. En forbedring på 2 % vil potentielt kunne give en besparelse på ca. 33.000 kr./år. Samtidig vil der være en mulig reducere i klimabelastningen med 12.041 kg CO₂-ækvivalenter/år (tabel 20).



Figur 24 Økologiske høner.
Kilde: bedriften.dk.

Tabel 20 Oversigt over den potentielle effekt på klimaet samt økonomiske gevinst ved 2 % forbedret foderudnyttelse hos økologiske konsumægsghøner. Der tages udgangspunkt i en typisk økologisk ægproduktion med 12.000 årshøner.

Enhed	Reference	Forbedret foderudnyttelse	Besparelse
Foderudnyttelse	(Dårligste 1/3)	med 2 %	
Kg foder/ kg æg	2,65 ¹	2,60	2 %
Kg foder/år ²	554.910	544.440	2 %
Kg CO ₂ -ækvivalenter/år ³	638.147	626.106	2 %
Kr./år ⁴	1.759.065	1.725.875	33.190 kr.

¹ Gennemsnit af foderudnyttelsen for den dårligste tredjedel af de økologiske konsumægsbesætninger (2,65 kg foder/kg æg). Kilde: E-kontrol, (2012).

² Gennemsnit af årlige antal æg for den tredjedel af de økologiske konsumægsbesætninger med den ringeste foderudnyttelse sat til 17,45 kg æg/år. Kilde: E-kontrol, (2012).

³ 1,15 kg CO₂-ækvivalenter/ kg foder. Kilde: Nielsen et. al., (2013).

⁴ 3,17 kr./kg foder. Kilde: Det Danske Fjerkræsråds Årsberetning, (2011).

B.3.1.3 VENTILATION

I en økologisk konsumægsstald bruger man ventilationen til at kontrollere luftfugtigheden og temperaturen i stalden, så hønernes forhold optimeres (Miljøstyrelsen, 2011b). Elforbruget til ventilation udgør en stor del af det totale elforbrug i en økologisk æglæggestald (Provstgård, 2008).



Figur 25 Ventilation på staldtag.
Kilde: Skov.dk

Elforbruget til ventilation i en typisk økologisk konsumægsstald med multistep ventilation og trinløs ECT-ventilatorer ligger omkring 6.360 kWh/år (Provstgård, 2008). Ved at udskifte ECT-ventilatorerne med de mere energibesparende LPC-ventilatorer vil man potentielt kunne reducere klimabelastningen med 340 kg CO₂-ækvivalenter/år og opnå en mulig økonomisk gevinst på 450 kr./år (tabel 21).

Tabel 21 Oversigt over effekten af en stald, hvor der er installeret ventilation med Multistep og trinløs ECT ventilator i forhold til en stald med Multistep ventilation og den mere energivenlige LPC-ventilator. Resultaterne er baseret på udregninger fra en typisk økologisk konsumægsstald med ca. 12.000 årshøner.

Enhed Elforbrug	Referencestald Trinløs ECT-ventilator	Stald efter indførelse af tiltag LPC Ventilator	Besparelse
kWh/årshøne ¹	0,53	0,48	10 %
kWh/år	6.360	5.760	10 %
Kg CO ₂ -ækvivalenter/år ²	3.606	3.266	10 %
Kr./år ³	4.770	4.320	450 kr.

¹ 0,40 kr./årshøne og 0,75 kr./kWh resulterer i 0,53 kWh/årshøne (0,40/0,75=0,53). Kilde: Provstgård (2008).

² 0,567 kg CO₂-ækvivalenter/kWh. Kilde: Videncenter for energibesparelser i bygninger (2011) .

³ Pris sat 0,75 kr./kWh. Kilde: Provstgård (2008).

Investeringen

Ved udskiftning af trinløs ECT ventilator til en LPC ventilator vil prisen ligge på 6.000 kr. stykket eksklusiv moms og installation (Fisker, 2012).

B.3.1.3 SOLENERGI

Solenergi er en vedvarende energiform, og for at udnytte denne form for energi i produktionen kræves det, at energien omdannes til eksempelvis elektricitet. Omdannelsen fra solenergi til elektricitet kan ske via et solcelleanlæg, hvilket kan være dyrt i opførelsesomkostninger, men billig i drift og samtidig bidrager der til at fremme anvendelsen af klimavenlig og ikke mindst omkostningslav energi (Plan og Miljø, 2009).

Placeringen af et solcelleanlæg er vigtig for at opnå det optimale udbytte af solenergien. Både hældningen og orienteringen i forhold til solen spiller en rolle. For at opnå det maksimale udbytte i forhold til elproduktionen over året er den optimale orientering af solpanelet mod syd og med en hældning på godt 42 % i forhold til horisonten. Dog producerer solcellerne strøm fra både direkte og diffust sollys, så under danske forhold vil der ikke mistes mere end 10 – 20 % ved en mindre hensigtsmæssig orientering (mere østlig eller vestlig og ned til 26 graders hældning eller op til 60 graders hældning) (Plan og Miljø, 2009).



Figur 26 Solcelleanlæg monteret på staldtag.
Kilde: teknordisk.dk.

En typisk økologisk æglæggestald til 12.000 høner vil have et elforbrug omkring 6.360 kWh/år (Provstgård, 2008). For at dække dette elforbrug med solenergi er der i dette eksempel anvendt et solcelleanlæg med en kapacitet på 7,35 kW_p², hvilket svarer til en årlig elproduktion på omkring 7.000 kWh (q-pro, 2012).

Beregningerne i tabel 22 viser, at der er en mulig reduktion i klimabelastningen på 3.969 kg CO₂-ækvivalenter. Dette svarer til en besparelse på 110 % for stalden med solcelleanlægget i forhold til referencestalden. Den mulige økonomiske gevinst i eksemplet svarer til 5.602 kr., idet der formodes at være solgt 832 kWh til elnettet til en pris på 1,3 kr./kWh (CBC-Energy, 2012).

Tabel 22 Beregninger for besparelser i elforbrug, reduktion i klimabelastning og mulig økonomisk gevinst ved at opføre et solcelleanlæg på en økologisk æglæggestald med 12.000 årshøner.

Enhed	Referencestald	Stald med 7,35 kW _p solcelleanlæg	Besparelse
Elforbrug			
kWh/årshøne ¹	0,53	-	110 %
kWh/år	6.360	Overproduktion: 640 ⁴	110 %
Kg CO ₂ -ækvivalenter/år ²	3.606	- 363	110 %
Kr./år ³	4.770	Solgt: 832 ⁵	5.602

¹ 0,40 kr./årshøne og 0,75 kr./kWh resulterer i 0,53 kWh/årshøne (0,40/0,75=0,53). Kilde: Provstgård (2008).

² 0,567 kg CO₂-ækvivalenter/kWh. Kilde: Videncenter for energibesparelser i bygninger (2011).

³ Pris sat 0,75 kr./kWh. Kilde: Provstgård (2008).

⁴ Der skal betales en reduceret PSO-tarif (public service obligation) på 1,1kr./kWh af nettoproduktionen. Kilde: CBC-Energy (2012).

⁵ Overskydende el solgt for 1,3 kr./kWh. Kilde: CBC-Energy (2012).

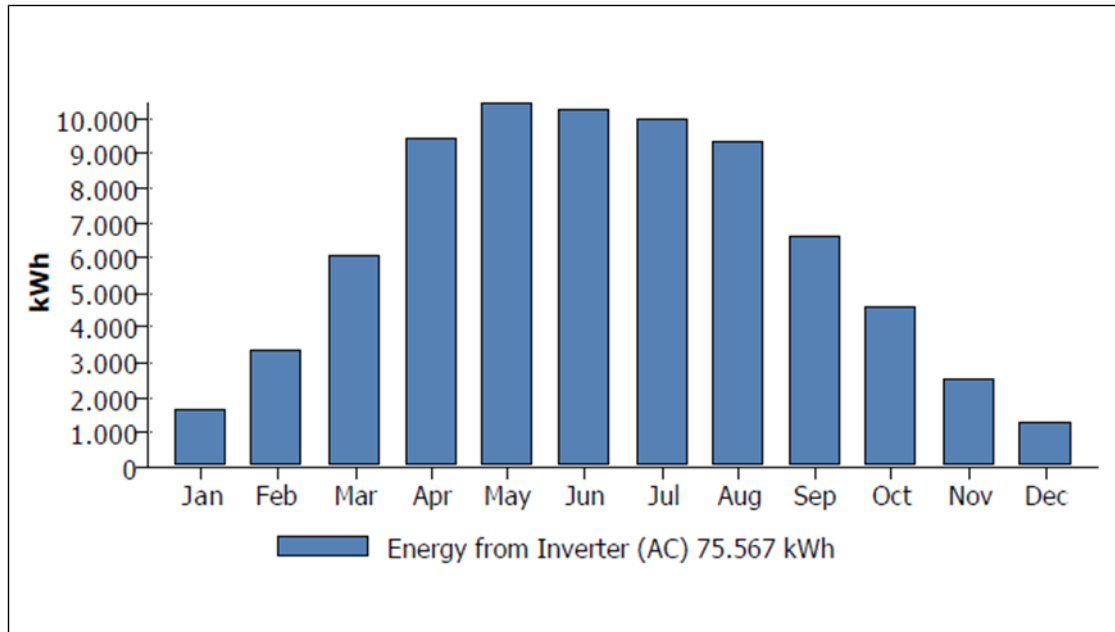
Investering

Etableringen af et solcelleanlæg med en kapacitet på 7,35 kW_p svarende til en årlig elproduktion på 7.000 kWh vil koste omkring 135.000 kr. eksklusiv moms og installation (q-pro, 2012). Salgsprisen for kWh solgt til elnettet er ifølge Klima og Energiministeriet (2012) sat til 1,3 kr./kWh de første 10 år ved solcelleanlæg op til 400 kW etableret i 2013 (tabel 22).

Bemærkninger

Solcelleanlæg har ofte en lang levetid (20 år eller mere), og under gode lysforhold vil anlægget kunne producere elektricitet med megen lidt vedligehold. Dog bør det nævnes, at da lysforholdene fluktuerer gennem året, vil energiudbyttet fra solcelleanlægget også fluktuere (figur 27). Dette betyder, at der i nogle perioder (især om vinteren) vil være behov for at købe sig til elektricitet, men at der i sommer månederne er mulighed for at sælge en del af sin overskydende elektricitet til elnettet (Plan og Miljø, 2009).

² kW_p står for kilo watt peak, der betegner den maksimale produktionskapacitet for et solcelleanlæg. Udregningen for et solcelleanlægs produktionskapacitet sker under særlige testforhold og i Danmark regner man ofte med at et anlæg på 1 kW_p vil kunne producere 800 – 900 kWh pr. år. Kilde: www.solcelleguiden.dk.



Figur 27 Det årlige fluktuerende energiudbytte i form af elektricitet (kWh) fra et solcelleanlæg. Om vinteren vil der være færre soltimer, hvilket betyder at hér vil udbyttet være lavest. Omvendt vil der i sommermånederne være mange soltimer, hvilket betyder en højere produktion af kWh. Kilde: CBC-Energy (2012).

B.3.1.4 VINDENERGI

Vindenergi er vedvarende energi, og i Danmark har vi en gennemsnitlig vindhastighed på 7 – 8 m/s. Den højeste vindhastighed vil dog være at finde langs kysterne og især de vestvendte kyster (Sejersbøl, 2012). Ved en højere vindhastighed producerer vindmøllen mere strøm, og derfor forventes produktionen af el fra vindmøllerne at være højest i vinterhalvåret, hvor vindhastigheden vil forventes at være højere end i sommerhalvåret (HS Wind, 2012). I en økologisk konsumægsstald bruger man ventilationen til at kontrollere luftfugtigheden og temperaturen i stalden, så hønernes forhold optimeres (Miljøstyrelsen, 2011b). Elforbruget til ventilation udgør en stor del af det totale elforbrug i en økologisk æglæggestald (Provstgård, 2008). Ved opførelse af en vindmølle forventes en betydelig besparelse i klimabelastningen samt en økonomisk gevinst, da elforbruget potentielt vil kunne dækkes med vindenergi.

I tabel 23 er de mulige besparelser i elforbruget, reducere af klimabelastningen og den mulige økonomiske gevinst i en økologisk æglæggestald ved opførelsen af en 6 kW vindmølle beregnet. Salgsprisen på el fra vindmøllen vil ifølge Sejersbøl (2012) ligge på 0,32 kr./kWh. I de første 22.000 fuldlasttimer vil der være et tillæg på 25 øre/kWh, hvilket giver en samlet økonomisk gevinst på 7.415 kr./år. Endvidere vil der være en overproduktion på omkring 4.640 kWh/år, hvilket svarer til en reducere i klimabelastningen med 6.237 kg CO₂-ækvivalenter/år hos den økologiske æglæggestald med en 6 kW vindmølle opført i forhold til en økologisk æglæggestald uden vindmølle.



Figur 28 Vindmølle 6 kW.
Kilde: ecowind.dk

Tabel 23 Beregninger for besparelser i elforbrug, reducere i klimabelastning og mulig økonomisk gevinst ved at opføre en vindmølle til at erstatte elforbruget i en økologisk æglæggestald med 12.000 årshøner.

Enhed	Referencestald	Stald med 6 kW vindmølle	Besparelse
Elforbrug			
kWh/årshøne ¹	0,53	-	173 %
kWh/år	6.360	Overproduktion: 4.640 ⁴	173 %
Kg CO ₂ -ækvivalenter/år ²	3.606	- 2.631	173 %
Kr./år ³	4.770	Solgt: 2.645 ⁵	7.415 kr.

¹ 0,40 kr./årshøne og 0,75 kr./kWh resulterer i 0,53 kWh/årshøne (0,40/0,75=0,53). Kilde: Provstgård (2008).

² El: 0,567 kg CO₂-ækvivalenter/kWh. Kilde: Videncenter for energibesparelser i bygninger (2011).

³ Pris sat 0,75 kr./kWh. Kilde: Provstgård (2008).

⁴ Ved en vindhastighed på 5,5 m/s vil en 6 kW vindmølle kunne producere 11.000 kWh/år. Kilde: Ecowind (2012).

⁵ 0,32 kr./kWh + et tilskud på 0,25 kr./kWh de første 22.000 fuldlast timer. Kilde: Sejersbøl (2012).

Investering

Omkostningerne for opførelsen af en 6 kW vindmølle vil være omkring 295.000 kr. eksklusiv moms, men inklusiv opstilling og tilslutning (Ecowind, 2012).

Bemærkninger

Der er en del bemærkninger omkring opførelsen af vindmøller. Herunder nævnes et par af de vigtigste anmærkninger, når man skal opføre en vindmølle (Der kan findes flere på eksempelvis [www. Lemvig-landbo.dk](http://www.Lemvig-landbo.dk)).

Når placeringen af vindmøllen skal besluttes, er der en del ting, man skal tage i betragtning. Først og fremmest skal afstanden til nærmeste bebyggelse være 4 gange møllens højde. Det vil sige, at en mølle med en højde på 25 m skal være placeret, så der er 100 meter til nærmeste bebyggelse. Derudover må støjniveauet ifølge lovgivningen ikke overstige 44 dB ved udendørs opholdsarealer ved en vindhastighed på 8 m/sek. (ældre møller støjer ofte 48-50 dB). Støjniveauet ved udendørs opholdsarealer i en by må ikke overstige 39 dB, og den lavfrekvente støj (indendørs måling) i boligområder må ikke overskride 20 dB ved en vindhastighed på 8 m/s. Endvidere må skyggebelastningen i form af skyggekast fra vingerne ikke overskride 10 timer om året i boligområder (Christensen et al., 2012).

B.3.1.5 RACEVALG

Lohmann's LSL Classic og LB-Lite og ISA's ISA Warren Brown er de mest anvendte høneafstamninger til konsum i Danmark. Disse findes både som konventionelle høner og økologiske høner (Bay et al., 2001).



Figur 29 Økologisk konsumægskylling og et æg.
Kilde: 21food.com.

For at optimere trivsel, tilvækst og ægproduktion er det vigtigt, at kyllingen eller hønen får dækket sit daglige behov for næringsstoffer. Hønernes næringsbehov vil variere i forhold til, hvor i produktionsforløbet de befinder sig. En utilstrækkelig, eller et overforbrug, af næringsstoffer vil påvirke hønernes trivsel og kan udsætte dem for fysiologisk stress. Endvidere vil et overforbrug af eksempelvis protein kunne påvirke miljøet i hønsehuset, idet overskydende protein vil blive udskilt via gødningen sammen med vand, hvilket giver en våd gødning, og proteinindholdet spildes (Bay et al, 2001; Miljøstyrelsen, 2011d). Underforsyning af essentielle aminosyrer kan resultere i, at hønerne går ud af æglægning (Miljøstyrelsen, 2011d).



Figur 30 LSL Classic.
Kilde: ltz.de

Sammensætningen af en foderblanding sker ud fra viden om hønens daglige behov for næringsstoffer. Når en sådan analyse har fundet sted, vil man ofte se, at en høne i begyndelsen af æglægningsperioden har et lavt foderoptag, men en høj ægydelse, hvilket betyder, at der kræves en lav mængde af en koncentreret foderblanding. Længere i produktionsperioden vil hønens foderoptagelse stige, og ægydelsen vil falde, hvilket betyder at der hér er mulighed for at give en større mængde af en mindre koncentreret foderblanding (Bay et al., 2001).



Figur 31 ISA Brown
Kilde: vepymo.be

I tabel 24 findes en oversigt over foderudnyttelsen, klimabelastningen og omkostningerne ved forskellige økologiske konsumægshøner. Her ses det, at de hvide høner har en bedre foderudnyttelse end de brune høner, og dermed vil foderomkostningerne samt klimabelastningen fra hvide høner være mindre end foderomkostningerne og klimabelastningen fra brune høner (tabel 24).

Tabel 24 Oversigt over produktion, klimapåvirkning og omkostninger hos økologiske konsumægshøner. Det antages, at der er tale om en typisk økologisk ægproduktion med ét hold af 12.000 årshøner pr. år.

	Brune	Hvide	Besparelse
Produktion¹ (Kg æg/høne)	16,6	17,5	-
Produktion¹ (Kg æg/år)	199.200	210.000	-
Foderudnyttelse¹ (Kg foder/kg æg)	2,46	2,35	~ 4 %
Foderforbrug (Kg foder/år)	490.032	493.500	-
Klimabelastning² (Kg CO ₂ -ækv./kg æg)	2,83	2,7	~ 4 %
Klimabelastning (Kg CO ₂ -ækv./år)	1.386.791	1.332.450	~ 4 %
Indtjening³ (kr./år)	3.491.976	3.681.300	189.324

¹ Kilde: Det Danske Fjerkræråds Årsberetning (2011).

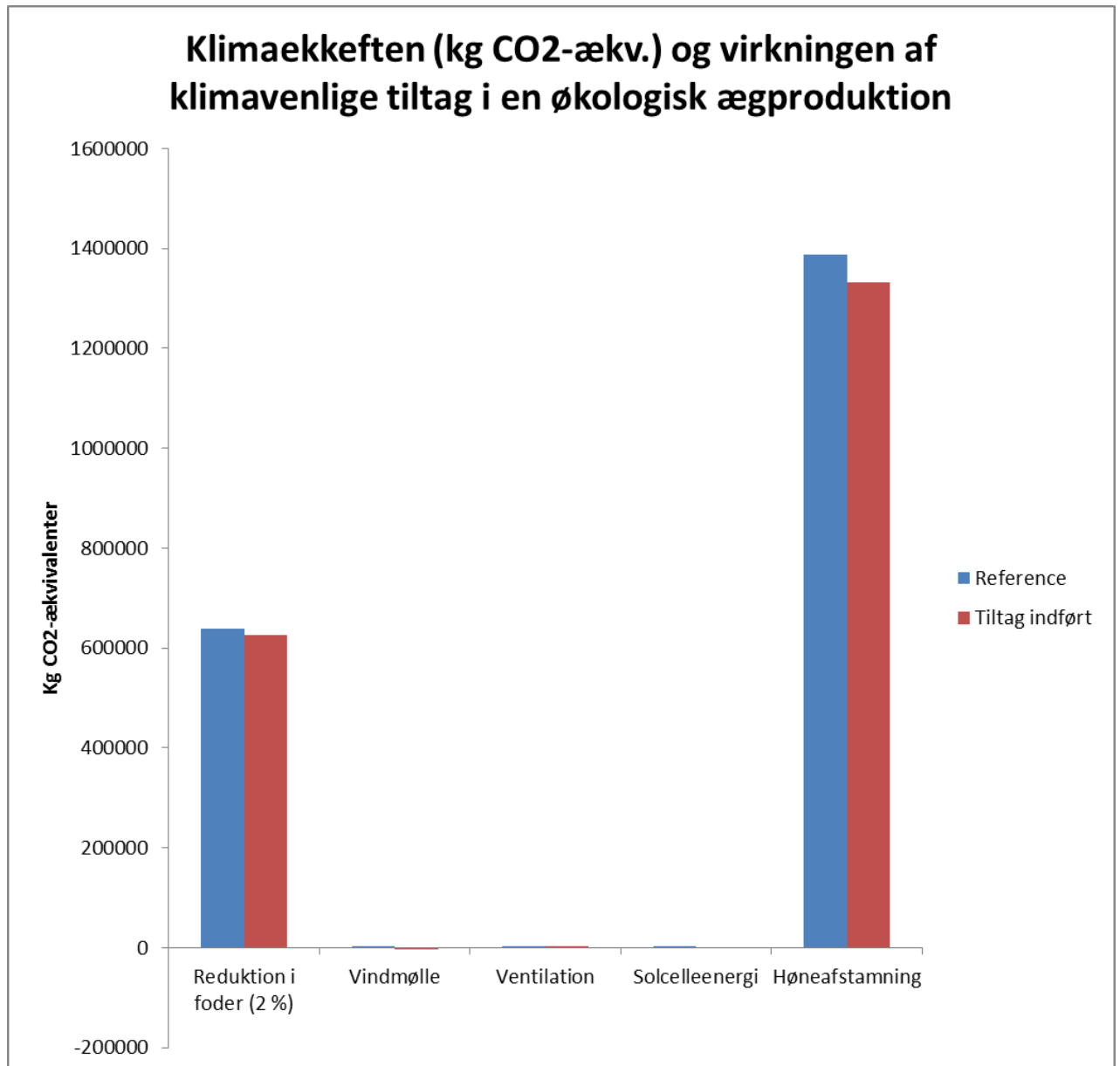
² 1,15 kg CO₂-ækvivalenter/kg foder. Kilde: Nielsen et al.,(2013)

³ 17,53 kr./kg æg. Kilde: E-kontrol (2012).

Ved at anvende hvide høner i stedet for brune høner til produktionen af økologiske konsumæg vil man potentielt kunne reducere klimabelastningen med 54.341 kg CO₂-ækvivalenter pr. år og have en økonomisk gevinst svarende til 189.324 kr./år (tabel 24). Merprisen for indkøb af brune hønniker i forhold til hvide hønniker er p.t. på ca. 1,5 kr. pr. stk., hvilket svarer til 18.000 kr. pr. år (Johanssen, 2012)

B.4 Samlet vurdering af tiltag

I figur 32 findes en samlet oversigt for de klimavenlige tiltag, der vurderes at kunne reducere klimapåvirkningen fra en økologisk æglæggestald. Klimapåvirkningen er målt i kg CO₂-ækvivalenter i en økologisk æglæggestald før tiltaget indføres (referencestalden), og den mulige reduktion i klimapåvirkningen efter tiltaget er indført.



Figur 32 Samlet oversigt over klimavenlige tiltag, der er vurderet til at kunne reducere klimapåvirkningen fra den økologiske ægproduktion. Reduktion i foder (2 %) refererer til en forbedring i foderforbruget med 2 % hos den tredjedel af besætningerne, der har den dårligste foderudnyttelse (tabel 20). Vindmølle referer til elforbruget i en stald med og uden en etableret vindmølle (tabel 23). Ventilationen referer til elforbruget i en stald med trinløs ECT-ventilation og en stald med LPC-ventilation (tabel 21). Solcelleanlæg referer til elforbruget i en stald med og uden solcelleanlæg (tabel 22). Klimapåvirkningen fra høneafstamningen er opdelt i hvide høner og brune høner. Beregningerne for klimapåvirkningen fra høneafstamningerne er baseret på foderudnyttelsen (tabel 24).

Foder står for 76 % af den samlede klimaeffekt fra ægproduktionen (Nielsen et al, 2013). Ved at forbedre foderudnyttelsen hos de økologiske ægproduktioner, der udgør tredjedelen af den dårligste foderudnyttelse (kg foder/årshøne), kan klimabelastningen potentielt reduceres med 12.041 kg CO₂-ækvivalenter/år, hvilket svarer til en mulig økonomisk gevinst på ca. 33.000 kr./år (tabel 20).

Et andet klimavenligt tiltag indenfor foder er racevalg eller nærmere betegnet valg af høneafstamning. Høneafstamningerne hér er opdelt i brune og hvide høner. Ved at skifte fra brune til hvide høner kan klimapåvirkningen potentielt reduceres med 54.341 kg CO₂-ækvivalenter/år, og samtidig kan der forekomme en mulig økonomisk gevinst på 189.324 kr./år (tabel 24).

Energiforbruget i forbindelse med elektriciteten står for 12 % af den samlede klimaeffekt fra den økologiske ægproduktion (Nielsen et al., 2013). Det meste af elforbruget i en økologisk ægproduktion forventes at gå til ventilationen i stalden (Provstgård, 2012). Ved at udskifte ECT-ventilatorer med de energibesparende LPC-ventilatorer vil klimabelastningen potentielt kunne reduceres med 340 kg CO₂-ækvivalenter/år og give en mulig økonomisk gevinst på 450 kr. (tabel 21). Ved etablering af et solcelleanlæg med en årlig produktion på 7.000 kWh/år vil klimabelastningen fra den økologiske æglæggestald potentielt kunne reduceres med 3.969 kg CO₂-ækvivalenter/år og give en mulig økonomisk gevinst på 5.602 kr./år (tabel 22). Ved opførelse af en 6 kW vindmølle vil der potentielt kunne spares 6.237 kg CO₂-ækvivalenter/år og dermed være en mulig økonomisk gevinst på 7.415 kr./år (tabel 23).

Tabel 25 Oversigt over den potentielle reduktion i klimabelastningen ved at indføre klimavenlige tiltag i den økologiske ægproduktion gennemgået i denne rapport

Tiltag	Reduktion i klimabelastning (CO ₂ -ækvivalenter/år)
Høneafstamning	54.341
Forbedring af foderudnyttelsen (2 %)	12.041
Vindmølle	6.237
Solcelleanlæg	3.969
Ventilation	340

Ud fra de ovenstående beregninger for de klimavenlige tiltag vurderes det hér, at der er mange muligheder for at reducere klimabelastningen fra produktionen af økologiske æg. I tabel 25 findes en oversigt over de klimavenlige tiltag, der er vurderet at have en klimavenlig effekt og deres potentielle reduktion i klimabelastning.

Nielsen et al. (2013) fandt, at foder bidrager med 76 % af klimabelastningen i den økologiske ægproduktion, og derfor vil enhver reduktion i foderforbruget være klimavenlig. Et skifte fra hvide høner til brune høner vil potentielt kunne reducere klimabelastningen med 54.341 CO₂-ækvivalenter/år, og en reduktion på 2 % hos den tredjedel af de økologiske ægbesætninger med ringeste foderudnyttelse vil potentielt reducere klimabelastningen med omkring 12.000 kg CO₂-ækvivalenter/år. Denne reduktion i foderforbruget vil kunne have en stor betydning, da det samtidig kan betyde bedre management og måske bedre trivsel hos hønerne.

Opførelsen af en vindmølle eller etableringen af et solcelleanlæg på staldtaget kunne potentielt reducere den årlige klimabelastning med 3 – 6.000 kg CO₂-ækvivalenter. Udskiftning af ECT-ventilatorer med LPC-ventilatorer kan potentielt reducere klimabelastningen med 340 kg CO₂-ækvivalenter/år (tabel 25).

Dette lyder måske ikke af meget, hvis man sammenligner med redueringen i klimabelastningen fra eksempelvis forbedret foderudnyttelse. Det skal dog alligevel med hér, da man ved at udnytte vedvarende energi udtrykker opbakning til nye og mere bæredygtige metoder vil kunne erstatte eksempelvis den dyre olie eller el fra kraftvarmeværker. Dette skaber muligheder for at blive selvforsynende og klimavenlig, imens det også giver mulighed for at dele den klimavenlige energi med andre.

B.5 Andre tiltag

BIOGAS

Biogas er CO₂-neutral, og energien der produceres ved afbrænding af biogas kan erstatte fossil energi (Clausen og Bahrndorff 2010). Derfor forventes det, at klimapåvirkningen fra fjerkræproduktionen kan reduceres ved, at anvende biogasanlæg til erstatning for en del af el- og varmeforbruget i slagtekyllingestalden. Dybstrøelse fra fjerkræstalde har et højt tørstofindhold og giver derfor et højt gaspotentiale. Det er dog nødvendigt at opblende den tørre gødning med gylle eller andet mere flydende gødning, da der ellers kan opstå maskinelle problemer, samt problemer med kvælstofhæmning pga. det høje kvælstofindhold i fjerkrægødning (FIB, 2009).

Der findes både fællesanlæg og gårdanlæg i Danmark. Fællesanlæggene er store anlæg, hvor flere husdyrbesætninger afleverer deres gødning. Gårdanlæg modtager som regel gødning fra stalde indenfor samme bedrift (Biogassekretariatet, 2011).

I tabel 26 findes en oversigt over forskellige kilder, deres gaspotentiale og energiproduktionen ved afbrænding. Selvom fjerkrægødning ifølge denne tabel ikke har det højeste gaspotentiale, så er gaspotentialet noget større end gaspotentialet for eksempelvis svinegylle.

Ud fra tabel 26 ses det, at energien fra biogas baseret på fjerkrægødning potentielt vil kunne resultere i en elproduktion på 267 kWh ved ét tons fjerkrægødning.

Tabel 26 Oversigt over energiindholdet for ét tons biomasse. Kilde: Clausen og Bahrndorff, 2010.

1 l fyringsolie ≈ 10 kWh 1 m ³ metan = 10 kWh 1 m ³ biogas = 6,5 kWh	Methan / t. biomasse (m ³ metan)	Energi (kWh)	El-prod. andel (kWh)	Varme-prod. andel (kWh)
Svinegylle	11,3	113	49	57
Kvæggylle	17,5	175	75	88
Fjerkrægødning	62	620	267	310
Mave-tarm slagteriaffald	32	320	138	160
Slagteriaffald (fedt)	260	2.600	1.118	1.300

En typisk økologisk ægproduktion har et elforbrug på omkring 6.360 kWh pr. år. I en økologisk æglæggestald med 12.000 æglæggende høner vil der potentielt kunne produceres 317 tons biomasse pr. år i en stald med gødningskummer eller etageanlæg, hvorimod der i en stald med dybstrøelse vil kunne produceres 217 tons biomasse pr. år til biogasanlægget (Se beregninger for antallet af årshøner i faktaboks 1) (Årsberetning, 2011).

Den producerede biogas anvendes til el og varme. Ved hjælp af et motorgeneratoranlæg omdannes ca. 40 % energi til el og omkring 50 % energi til varme (Biogassekretariatet, 2011). De 317 tons biomasse, der potentielt kunne produceres årligt i en økologisk æglæggestald med gødningskummer eller etageanlæg, vil ifølge tabel 25 kunne omdannes til 84.780 kWh ved elproduktionen. De 217 tons biomasse fra en stald med dybstrøelse vil kunne omdannes til 57.939 kWh ved elproduktionen.

Faktaboks 1: Beregninger for antallet af årshøner

Ifølge Årsberetningen (2011) har en økologisk æglæggestald med kummer eller etageanlæg en produktion af gødning på 0,56 tons/ 100 årshøner, hvorimod økologiske æglæggestalde med dybstrøelse har en årlig produktion af gødning på 1,73 tons /100 årshøner.

Antallet af årshøner er opgjort ved:

12.000 høner med en produktionsperiode på 392 dage (56 uger) og med en æglægningsprocent på 97,5 %.

$(12.000 \text{ høner} * 392 \text{ dage} * 97,5 \%) / 100 = 4.586.400 \text{ foderdage}$

$4.586.400 \text{ foderdage} / 365 \text{ dage} = \underline{12.565 \text{ årshøner}}$

Da elforbruget i en typisk økologisk æglæggestald ligger på 6.360 kWh/år vil elforbruget potentielt kunne dækkes ved at anvende fjerkrægødningen fra egen produktion til biogasanlægget, men da der ikke findes konkrete målinger for anvendelse af fjerkræbiomasse til afbrænding i et biogasanlæg og der dermed er tale om gaspotentialer, så er tiltaget ikke vurderet yderligere.

(xergi, 2012). Samtidig skal der tages højde for at eksempelvis kvælstof-kvoterne for udbringning af den afgassede gødning overholdes.

HJEMMEBLANDING AF FODER

Ved at foderet til de økologiske æglæggere blandes på bedriften, hvor det skal anvendes, vil der være en reduktion i transporten af foderet. Dette vil give et fald i udledningen af CO₂ fra lastbilerne, der anvendes til at fragte foderet. Der vil samtidig også være en mulig økonomisk gevinst ved at undgå indkøb af eksempelvis korn. Størrelsen på den økonomiske gevinst hænger dog sammen med den årlige pris for foderstofferne i forhold til omkostningerne ved egen produktion.

Afhængig af hvilke og hvor store mængder råvarer man har til rådighed på ejendommen, vil det ofte være nødvendigt, at indkøbe en vitamin/mineralforblending. Endvidere vil der kræves opbevaringsfaciliteter til råvarer, doseringsudstyr, formalingsanlæg og blandeanlæg, hvilket kan resultere i en betydelig investering. Ved anvendelse af alle disse maskiner vil der samtidig ske et øget elforbrug, hvilket øger klimabelastningen. Endvidere må det forventes, at der vil være en del ekstra kørsel i traktorer forbundet med høst og bearbejdning af kornet i forhold til at købe korn, der allerede er bearbejdet.

For at være en god hjemmeblender kræves en betydelig viden om dyrenes næringsstofbehov og om råvarernes egnethed til at opfylde disse behov. Her kan der dog søges hjælp hos konsulenter. Ud over de nævnte fordele og ulemper ved selv at blande sit foder, skal der påregnes ekstra arbejdstid til de mange opgaver, der skal varetages på egen bedrift.

Da der ikke foreligger konkrete målinger af drivhusgasudledning i forbindelse med hjemmeblending af foder, og det samtidig tyder på, at der ikke er en betydelig reduktion i klimabelastningen ved at indføre tiltaget, så vil tiltaget ikke blive gennemgået yderligere i denne rapport.

NATURLIG VENTILATION

Ved at anvende naturlig ventilation i de økologiske æglæggestalde må man kunne forvente, at elforbruget forbundet med ventilation vil reduceres, og dermed vil der være en besparelse i forhold til klimabelastningen. Der er ikke foretaget målinger af elforbruget i en fjerkræstald ved kun at anvende naturlig ventilation eller ved supplerende med naturlig ventilation. Der vil kunne opstå komplikationer med temperaturforholdene i staldene, hvis der kun ventileres med naturlig ventilation, hvilket betyder, at det mest hensigtsmæssige vil være at supplere med naturlig ventilation, når den udendørs temperatur tillader det. Derfor er anvendelsen af naturlig ventilation ikke gennemgået yderligere i denne rapport.

ETAGEANLÆG

I en økologisk æglæggestald kan det være en fordel at etablere etageanlæg med reder og gødningsbånd. Ved at indføre etageanlæg vil det være muligt at have flere høner i stalden, hvilket vil betyde en reduktion i opvarmning af stalden, men samtidig også en øgning i ventilationen, så luftkvaliteten ikke falder. Der foretages udmugning én gang i ugen, og den faste gødning transporteres enten til et gødningshus eller transporteres til lagring. (Miljøstyrelsen, 2011e). Det antages, at ca. 70 % af gødningen afsættes på gødningsbåndet, 20 % afsættes i dybstrøelsen og ca. 10 % afsættes i hønsegården.

Ved hyppig tømning af gødningsbåndene kan ammoniakfordampningen fra stald, lager og udbringning potentielt reduceres med 50 % (Kai et al., 2011). Dette vil også betyde en potentiel reduktion i drivhusgasemissionen, idet nedfældning og bakterielle processer i jorden omdanner ammoniak til nitrat, som igen kan omdannes til atmosfærisk kvælstof og drivhusgassen lattergas via denitrifikation (Se faktaboks 2).

Faktaboks 2: Lattergasemission fra fjerkræproduktionen

Ammoniakforbindelserne kan nedfældes på jorden, hvorefter der sker en deponering i jorden. Under deponeringen omdannes ammoniak til ammonium (NH_4^+). Bakterier i jorden kan omdanne ammonium til nitrit (NO_2^-) og derefter nitrat (NO_3^-) via en proces kaldet nitrifikation. Planter kan både optage ammonium og nitrat, men ammonium er letomsættelig i forhold til nitrat, der først skal omdannes til ammonium, før planten kan anvende kvælstofindholdet til vækst. En del nitrat udvaskes, da nitrat er letopløselig. Den nitrat, som ikke udvaskes, kan i stedet ved hjælp af bakterier og iltfrie forhold undergå en proces kaldet denitrifikation, hvor nitrat omdannes til atmosfærisk kvælstof (N_2) og lattergas (N_2O) (Denstoredanske, 2012).

Ud fra ovenstående må det formodes, at ved at reducere ammoniakfordampning fra fjerkræproduktionen vil klimabelastningen også reduceres. Der er dog usikkerhed omkring, hvor stor en andel af den fordampede ammoniak der omdannes til lattergas og derved bidrager til klimabelastningen.

Ud fra ovenstående må det formodes, at ved at etablere etagesystemer og foretage hyppig udmugning vil ammoniakfordampning fra den økologiske æglæggestald kunne reduceres, hvilket også betyder en reduktion i klimabelastningen. Der er dog usikkerhed omkring, hvor stor en andel af den fordampede ammoniak der omdannes til lattergas og derved bidrager til klimabelastningen, så derfor er klimaeffekten af etageanlæg i en økologisk æglæggestald ikke gennemgået yderligere i denne rapport.

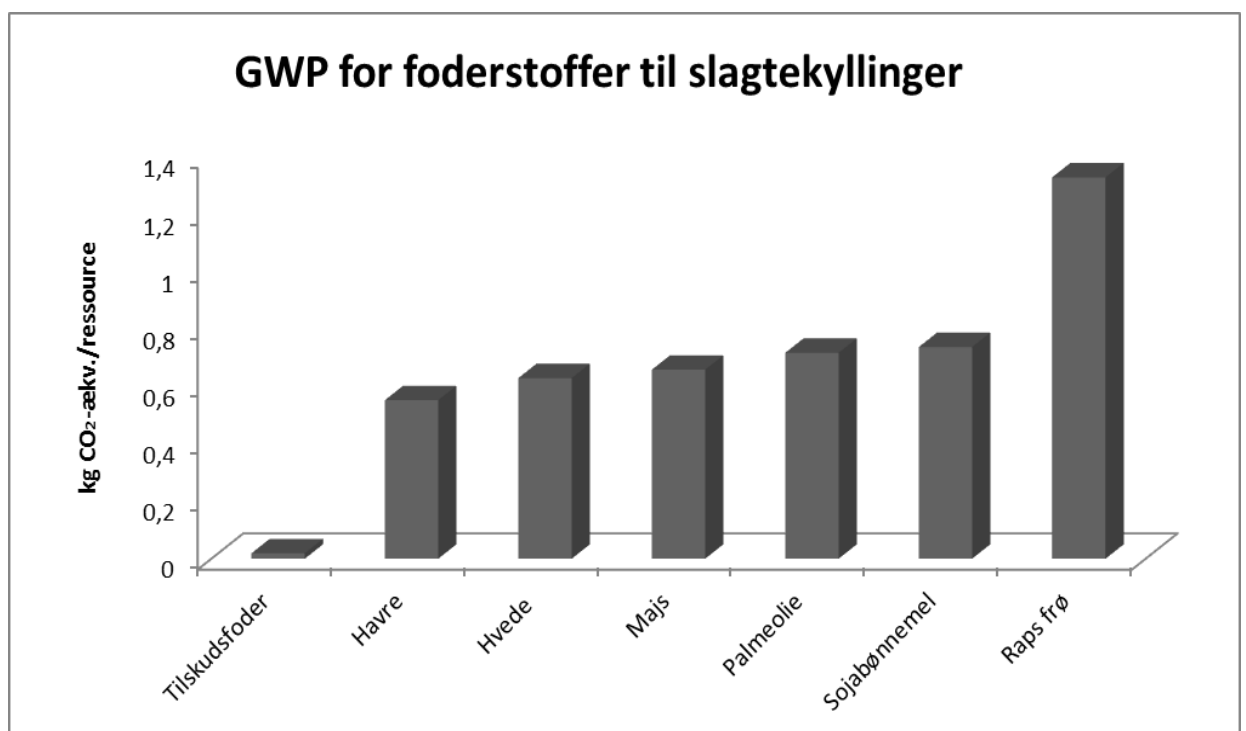
PIL I HØNSEGÅRDEN

Ved at plante pil i hønsegården vil det forventes, at en del af de næringsstoffer, som dyrene afsætter i form af gødning, vil optages af planten. Planterne optager ammonium og nitrat, som begge er kvælstofholdige forbindelser, der kunne stamme fra fjerkrægødning afsat i hønsegården. Ved denitrifikation omdannes nitrat til atmosfærisk kvælstof og lattergas. Ved at plante pil i hønsegården må det derfor formodes, at kvælstofforbindelser i jorden forbundet med gødning fra hønerne vil reduceres, da planterne kan optage en del af næringsstofferne.

En reduktion i jordens kvælstofforbindelser vil også kunne betyde en reduktion i emission af drivhusgasen lattergas, der dannes ved denitrifikation af nitrat. Dette vil samtidig betyde en reduktion i klimabelastningen. Der er dog usikkerhed omkring, hvor stor en andel af kvælstofforbindelserne i jorden der omdannes til lattergas og derved bidrager til klimabelastningen, så derfor er klimaeffekten af pil i hønsegården ikke gennemgået yderligere i denne rapport.

2. Forslag til fremtidige undersøgelser

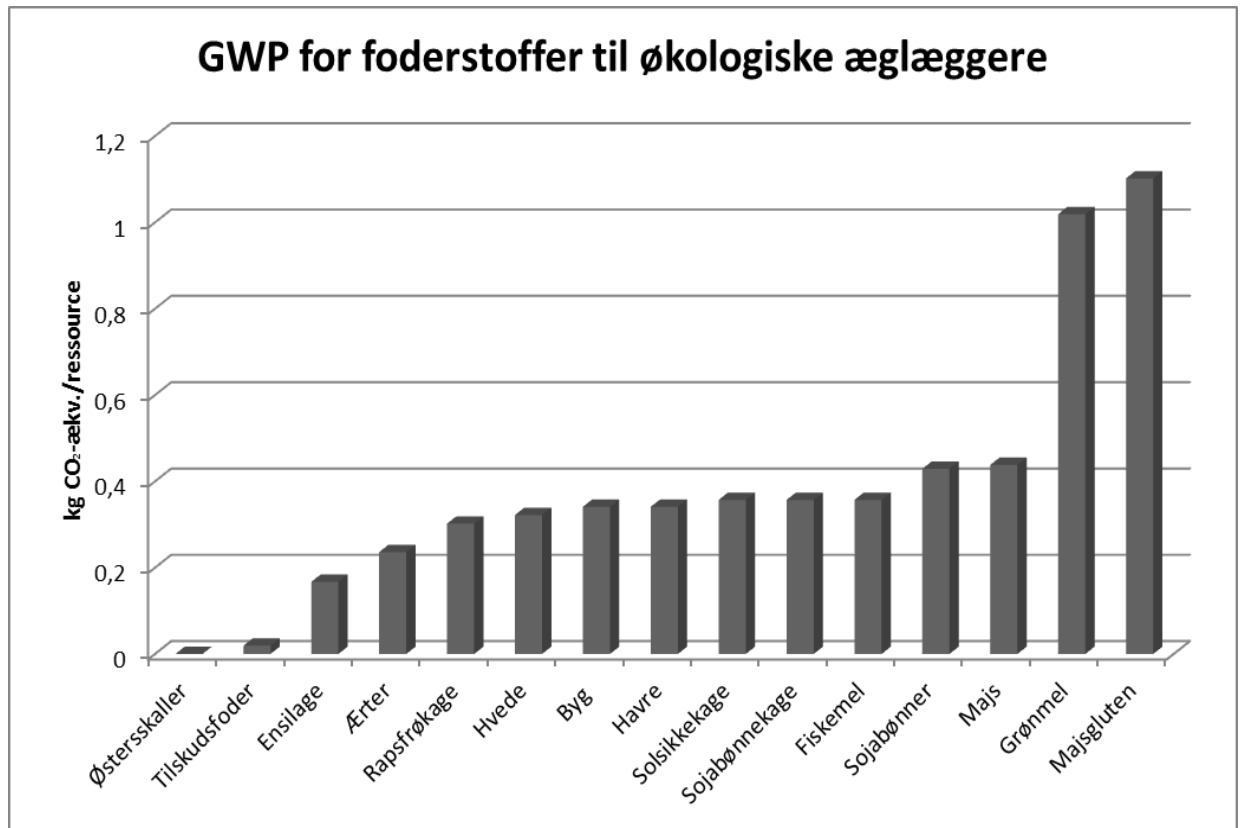
Resultaterne for både slagtekyllingeproduktionen og produktionen af økologiske konsumæg viser tydeligt, at det især er på foderområdet, der bør ydes en indsats, hvis klimapåvirkningen fra fjerkræproduktionen skal reduceres. I denne rapport er der kun inkluderet tiltag i form af optimering af foderudnyttelsen og racevalg, men ikke kigget nærmere på sammensætningen af foderblandingerne, hvilket kunne være interessant. I figur 33 og figur 34 ses klimabelastningen for forskellige foderstoffer i henholdsvis slagtekyllingeproduktionen (figur 33) og den økologiske konsumægsproduktion (figur 34). Klimabelastningen for foderstofferne der anvendes til slagtekyllingerne, er høj for rapsfrø i forhold til eksempelvis havre og hvede. En reduktion i anvendelsen af rapsfrø vil derfor forventes at give en reduktion i klimabelastningen.



Figur 33 Klimapåvirkningen fra forskellige foderstoffer, der alle indgår i slagtekyllingeproduktionen. Kilde: Nielsen et al, 2011.

Hos de økologiske æglæggere er det især grønmel og majs gluten, der har en høj klimabelastning i forhold til eksempelvis byg og ærter. Derfor vil det forventes, at klimabelastningen fra foderforbruget kunne reduceres, hvis mængden af grønmel og majs gluten blev reduceret i foderet.

Både rapsfrø, grønmel og majs gluten indeholder høje mængder protein i forhold til hvede, havre og ærter (Johansen, 2010). Da kvælstof er bundet til aminosyrer i proteinerne, vil et højt indhold af protein hænge sammen med et højt indhold af kvælstof. Ved et højt indhold af kvælstof i fodret vil det forventes, at der er et højt indhold af kvælstof i gødningen (Miljøstyrelsen, 2011d), hvilket øger potentialet for en højere klimabelastning, hvis jordens kvælstofforbindelser gennem denitrifikation øger lattergasemissionen (se faktaboks 2).



Figur 34 Klimapåvirkningen fra forskellige foderstoffer, der alle indgår i den økologiske konsumægproduktion. Kilde: Nielsen et al., 2013.

Der er i denne rapport lagt vægt på tiltag, som kan indføres i staldene, i forbindelse med foder- og energiforbruget. Der findes med garanti flere klimavenlige tiltag ud over de tiltag, der er nævnt hér i rapporten. Endvidere vil tiltag i andre dele af produktionskæden også kunne reducere den samlede klimabelastning fra fjerkræproduktionen.

Der mangler målinger for klimaeffekten før og efter indførelsen af diverse tiltag. Dette betyder, at der i mange tilfælde ikke kan opstilles konkrete eksempler på effekten af de klimavenlige tiltag. Derfor er det vigtigt, at der ved indførelse af forskellige klimavenlige tiltag føres regnskab med udledningen af drivhusgasser før og efter indførelsen af tiltaget for at kunne bidrage med konkrete eksempler for hvert tiltag og samtidig kunne vurdere effekten af det enkelte tiltag.

3. Konklusion

De nævnte tiltag viser, at der er potentiale for både at reducere klimabelastningen fra produktionen af slagtekyllinger og økologiske æg.

Indenfor slagtekyllingeproduktionen vurderes klimavenlige tiltag indenfor reduktion i varmekonsumet såsom anvendelse af biobrændsel i stedet for fossile brændstoffer at kunne resultere i en potentiel reduktion i klimabelastningen på over 100.000 kg CO₂-ækvivalenter pr. år. Installation af en varmeveksler vil potentielt kunne reducere klimabelastningen fra slagtekyllingeproduktionen med 20.000 – 80.000 kg CO₂-ækvivalenter pr. år afhængig af om der er tale om en stald med halm eller olie som primære varmekilde.

Klimavenlige tiltag i slagtekyllingeproduktionen, såsom skift af avlsmærket Ross 308 til Ross 708, etablering af solcelleanlæg, eller opførelse af vindmølleanlæg, vurderes at give en mulig reduktion i klimabelastningen med 40.000 – 50.000 kg CO₂-ækvivalenter pr. år. Endvidere vurderes tiltag som skift af ventilationstype samt reduktion af foderforbruget hos den tredjedel af slagtekyllingebesætningerne med den dårligste foderudnyttelse potentielt at kunne reducere klimabelastningen med 10.000 – 20.000 kg CO₂-ækvivalenter pr. år.

Indenfor den økologiske ægproduktion vurderes klimavenlige tiltag i form af et skifte fra brune høner til hvide høner potentielt at kunne reducere klimabelastningen med 54.341 kg CO₂-ækvivalenter/år. Reduktionen i foderforbruget på 2 % hos den tredjedel af de økologiske ægbesætninger med ringeste foderudnyttelse vil potentielt kunne reducere klimabelastningen med omkring 12.000 kg CO₂-ækvivalenter/år. Endvidere vil tiltag som opførelsen af en vindmølle eller etableringen af et solcelleanlæg på staldtaget potentiel kunne reducere den årlige klimabelastning med 3 – 6.000 kg CO₂-ækvivalenter. Udskiftning af ECT-ventilatorer med LPC-ventilatorer kan potentielt reducere klimabelastningen med 340 kg CO₂-ækvivalenter/år (tabel 25).

Da foder har det største bidrag til klimabelastningen hos både slagtekyllingeproduktioner (91 % i Nielsen et al., 2011) og økologiske ægproduktioner (76 % i Nielsen et al., 2013), vurderes det, at det er hér, den primære indsats bør ligge for at reducere klimabelastningen. Reduktionen i foderforbruget hos den tredjedel af besætningerne, der har den dårligste foderudnyttelse, vil ud over en reduktion i klimabelastningen også forventes at have en velfærdsmæssig betydning for hønerne. Ved rådgivning og bedre management forventes det, at foderudnyttelsen vil kunne forbedres, men samtidig kan dette også betyde bedre trivsel hos kyllingerne eller hønerne og dermed forbedring af velfærden.

Gennem avl er foderudnyttelsen hos avlsmærkerne eller høneafstamningerne optimeret (Pedersen et al., 2001; Bay et al., 2001). Valget af avlsmærke eller høneafstamning kan derfor have betydning for det årlige foderforbrug for slagtekyllinger eller årshøner og dermed på klimabelastningen fra den enkelte produktion.

Elforbruget ved produktionen af slagtekyllinger er betydeligt højere end elforbruget ved økologisk ægproduktion. Derfor vil etableringen af et solcelleanlæg, opførelsen af en vindmølle, eller udskiftningen af ventilation, kunne give en større potentiel reduktion i klimabelastningen i slagtekyllingeproduktionen i forhold til, hvis samme tiltag blev indført hos en økologisk ægproducent.

Uanset hvor stor reduktion i klimabelastningen, der forventes ved indførslen af et klimavenligt tiltag, vil energibesparende løsninger vise, at der er interesse i at støtte op om nye klimavenlige og mere bæredygtige metoder i fjerkræproduktionen.

Rapporten hér bør anvendes som en øjenåbner for mulighederne for at gøre produktionen af kyllingekød og produktionen af økologiske konsumæg mere klimavenlig og samtidig give idéer til *flere* klimavenlige tiltag, der skal afprøves og herefter måske implementeres i fjerkræproduktionen.

Referencer

Bay et al., 2001. "Konsumæg". Landbrugsforlaget.

Biogassektretariatet, 2011. "Introduktion til biogasanlæg". Side 1 – 17.

CBC-Energy, 2012. Tilbud og beregninger indhentet fra CBC-Energy af landskonsulent Palle Vinstrup, Videncentret for Landbrug, Fjerkræ.

Christensen et al., 2012. Oplæg om Regler og retningslinjer for opstilling af nye landbaserede store vindmøller. Byggeri og Teknik I/S.

Clausen og Bahrndorff, 2010. "Biogasdating for fjerkræproducenter". Videncentret for Landbrug, Fjerkræ.

Denstoredanske, 2012. Hjemmeside: www.denstoredanske.dk

DTU, 2012. "Klimaorienterede kostråd". DTU Fødevarerinstitutionen. Afdelingen for Ernæring.

DVI (Dansk Varmepumpe Industri A/S), 2011. "Jordvarme. VV DC".

E-kontrol, 2012. Indberetninger fra afsluttede konsumægshold til Fjerkrærådets Effektivitetskontrol i perioden 2010 til 2012.

Energinord, 2012. "Effektmåling ved brug af varmeveksler i slagtekyllingeproduktion".

FIB, 2009. "Hønsemøg er en overset ressource". Forskning i Bioenergi. 6. årgang, nummer 27 side 13.

Fisker, Camilla (2012). Målinger foretaget i slagtekyllingestald for Skov A/S.

Hansen et al., 2012. "Ammoniakreduktion ved brug af varmeveksler i slagtekyllingeproduktionen".

HS Wind, 2012. Producerer vindmøllen Viking 25 kW. www.hswind.dk

Johansen, N.F., 2010. "Fjerkræs og svins aminosyreforsyning ved 100 procent økologisk fodring". Konsumægskonsulent Niels Finn Johansen, Videncentret for Landbrug, Fjerkræ. Konsulenternes Dagbog i Dansk Erhvervsfjerkræ, nr. 9.

Johansen, N.F., 2012. Personlig kommentar.

Kai et al., 2011. "Oversigt over miljøteknologier i det primære jordbrug – driftsøkonomi og miljøeffektivitet", Aarhus Universitet, Jordbrugsvidenskabelige Fakultet.

Klima og Energiministeriet, 2012. "Solceller – forskellige boligformer".

Kruse, Per. 2011. Personlig kontakt til producenter.

Landbrug og Fødevarer, 2009. "Dansk Landbrug i tal 2009". Kapitel 12.

LUFA NORD-WEST, 2012. "Report on the emission measurements in a broiler house with heat exchanger as well as a reference house".

- Miljø og Energi ministeriet, 2000. "Drivhusgasemission ved tilvejebringelse af fossile brændsler og biomassebase-rede brændsler til energiformål".
- Miljøstyrelsen, 2011a. "Driftsystem: Slagtekyllinger".
- Miljøstyrelsen, 2011b."Driftsystem: Økologiske konsumægshøner."
- Miljøstyrelsen, 2011c."Råprotein i foder til slagtekyllinger."
- Miljøstyrelsen, 2011d."Råprotein i foder til æglæggende høner."
- Miljøstyrelsen, 2011e. "Etagesystem ved ægproduktion".
- Nielsen et al., 2011 "Greenhouse Gas Emission from the Danish Broiler Production estimated via LCA Methodology". S. 1 – 30.
- Nielset et al., 2013 "Greenhouse Gas Emission from Danish Organic Egg Production estimated via LCA Methodology". S. 1 – 27.
- Pedersen et al., 2001. "Slagtefjerkræ". Landbrugsforlaget.
- Plan og Miljø, 2009. "Reduktion af landbrugets klimapåvirkninger". Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret.
- Provstgård, Niels, 2008. E-kontrol. Udbygning og videreudvikling af E-kontrol redskabet for konsumægsproduktionen. Videncentret for Landbrug, Fjerkræ. Aarhus N, DK. Side 14.
- Provstgård, Niels, 2012. Personlig kommentar. Konsumægskonsulent. Videncentret for Landbrug, Fjerkræ. Aarhus N, DK.
- Ross 308, 2012. "Broiler Performance Objectives". www.aviagen.com.
- Ross 708, 2012. "Broiler Performance Objectives". www.aviagen.com.
- Sejersbøl, 2012. Oplæg om driftsøkonomien i nye vindmøller ved vindmøllerådgiver Kristan Sejersbøl, Lemvigegnens Landboforening.
- Videncenter for energibesparelser i bygninger, 2011. "Energiløsning". S. 1 – 6.
- Vinstrup, Palle (2012). Personlig kommentar. Landskonsulent. Videncentret for Landbrug, Fjerkræ. Aarhus N, DK.
- Xergi, 2012. Hjemmeside: www.xergi.com.
- Årsberetningen, 2011. Det Danske Fjerkræråds Årsberetning 2009 - 2011.



VIDENCENTRET FOR LANDBRUG

Fjerkræ

Agro Food Park 15 T +45 8740 5000

Skejby F +45 8740 5010

DK 8200 Aarhus N vfi.dk