

*Stalverwarming
en CO₂ onder
controle houden?
Een uitdaging*

resultaten van een
demoproject in de
vleeskuikenhouderij

Proefbedrijf voor de Veehouderij

Voorwoord.....	3
Vleeskuikenstallen CO ₂ -bewust en energiebewust verwarmen.....	4
Directe verwarmingssystemen	6
Klassiek warmtekanon.....	6
Warmtekanon met afvoer van rookgassen	7
Indirecte verwarmingssystemen	8
Centrale verwarming met deltabuizen	8
Cv-heaters	9
Vloerverwarming	10
Infrarood-stralers: donkerstralers	11
Warmtewisselaar	12
Alternatieve brandstoffen voor indirecte verwarmingssystemen	14
Hout.....	14
Miscanthus (olifantengras)	15
Korte omloophout.....	16
Biogas.....	17
CO ₂ -problematiek in vleeskuikensector	18
Effecten van CO ₂	18
CO ₂ -productie in de stal	18
Theoretische berekeningen	19
Vermindering van CO ₂ -uitstoot	20
Resultaten van de bedrijven uit het demoproject.....	21
Opvolging van de demobedrijven	21
Energetische resultaten voor zes rondes.....	23
Registreren en vergelijken van het verbruik loont de moeite.....	27
Vergelijking van verwarmingssystemen op het Proefbedrijf voor de Veehouderij	28
Proefopstelling.....	29
Temperatuurmetingen	30
CO ₂ -metingen	30
Energetische resultaten van de proefstallen	32
CO ₂ -uitstoot.....	33
Energiekost	33
Technische resultaten	34
Uitwendige kwaliteit van de kuikens.....	34
De verwarmingssystemen zijn gelijkwaardig	35
Tips voor energiebesparende maatregelen.....	36
Met kleine ingrepen bezuinigen op energiekosten	36
De stal goed verwarmen en de CO ₂ -concentratie onder de norm houden	37
Ervaringen van pluimveehouders	38
Warmtewisselaar.....	38
Houtkachel.....	39
Vloerverwarming	40
Biogas.....	41
TerraSea®	42
Bijlagen	44



Voorwoord

De pluimveesector wordt voortdurend geconfronteerd met nieuwe economische en technische uitdagingen.

Deels door de hoge brandstofprijzen neemt de verwarmingskost van vleeskuikenstallen een aanzienlijke hap uit het budget van de pluimveehouder. Die gebruikt nog vaak klassieke warmtekanonnen om zijn stallen te verwarmen. De voorname reden is dat de aankoop prijs lager is dan

bij alternatieve systemen, maar de kanonnen hebben nadelen. Er is groter brandgevaar als de toestellen slecht onderhouden en gereinigd worden. Bovendien ontstaat door directe verbranding van brandstof in de stal extra koolstofdioxide (CO_2). Dat gas moet worden afgezogen en voor die ventilatie is weer meer energie nodig, om de inkomende lucht te verwarmen.

Een nieuwe Europese richtlijn over de bescherming van het welzijn van vleeskuikens legt voortaan extra normen op voor het stalklimaat. Een minder goed stalklimaat kan de oorzaak zijn van bijkomende verliezen, omdat meer kuikens sterven en de productie tegenvalt. Bovendien is een te hoge CO_2 -concentratie niet alleen slecht voor de dieren, maar ook voor de pluimveehouder die in de stal werkt.

In deze brochure presenteren we een aantal bevindingen rond CO_2 -productie in de stal. We geven ook een overzicht van alternatieve verwarmingstechnieken en de resultaten van het demonstratieproject 'CO₂-reductie in de vleeskuikenhouderij door een optimale verwarming van stallen'. We hopen dat we daarmee kunnen informeren bij het kiezen van een nieuwe verwarming voor de stal, of om bewuster om te gaan met kostbare - en dure - energie.



Ludo Helsen

Gedeputeerde voor Landbouw- en Plattelandsbeleid
Provincie Antwerpen

Vleeskuikenstallen

CO₂-bewust en energiebewust verwarmen



Brandstofmeters registreren het verbruik van verwarmingssystemen.

Beheersing van het stalklimaat is een belangrijke managementfactor. We hebben het dan zowel over de beperking van het koolstofdioxidegehalte in de stal als over het energiebewust verwarmen ervan. Enerzijds wil de overheid de uitstoot van CO₂ beperken om milieu- en gezondheidsredenen. Anderzijds heeft de pluimveehouder er door de hoge brandstofprijzen alle belang bij zo zuinig mogelijk te verwarmen.

Er zijn twee bronnen van CO₂ in vleeskuikenstallen. Om te beginnen zijn er de kuikens zelf. Uit metingen is gebleken dat de dieren na een week al voldoende groot en actief zijn om een belangrijke hoeveelheid CO₂ uit te stoten via hun ademhaling. Daarnaast wordt CO₂ geproduceerd als de pluimveehouder de stal verwarmt met een warmtekanon, door de directe verbranding van de brandstof in de stal, meestal petroleum. Meer ventileren is een oplossing maar dat vraagt extra energie.

Langdurige blootstelling aan te hoge CO₂-concentraties is slecht voor de kuikens. De

kans op sterfte is groter, en op latere leeftijd is er een grotere uitval en zijn er meer afkeuringen in het slachthuis door buikwaterzucht (ascites). Ook voor de pluimveehouder zelf is werken in CO₂-rijke stallen niet gezond. Dat zijn redenen genoeg om het CO₂-gehalte zoveel mogelijk te beperken.

Er is ook een nieuwe Europese richtlijn rond het welzijn van vleeskuikens die uiterlijk op 30 juni 2010 van kracht wordt. Die legt extra voorwaarden op voor het houden van een bezettingsdichtheid vanaf 39 kg/m². Een van die voorwaarden is een maximale CO₂-concentratie van 3000 ppm (parts per million of deeltjes per miljoen), gemeten ter hoogte van de kuikens.

In deze brochure geven we een overzicht van de bestaande verwarmingssystemen in de pluimveesector. Eerst komt het klassieke warmtekanon aan bod, daarna de indirecte verwarmingssystemen. We hebben het ook over de warmtewisselaar en over alternatieve energiebronnen voor centrale verwarmingstechnieken. We bespreken kort de CO₂-problematiek als aanloop naar de resultaten van het demonstratieproject 'CO₂-reductie in de vleeskuikenhouderij door een optimale verwarming van de stallen'.

We hebben verschillende verwarmingssystemen vergeleken en hun brandstofverbruik gemeten. Bij acht pluimveebedrijven plaatsten we meters onder het motto: meten is weten.



De stal indirect verwarmen met centrale verwarming en deltabuizen, geeft minder CO₂ in de stal.

De stallen goed isoleren en energiezuinige ventilatoren plaatsen, zijn enkele tips om het energieverbruik te doen dalen.

Afsluitend kun je vijf verslagen lezen over onze bezoeken in het kader van dit project, aan bedrijven met vernieuwende verwarmingssystemen.

Bij de verschillende verwarmingssystemen staan richtprijzen. Die kunnen verschillen volgens situatie en leverancier, en geven alleen een indicatie van de mogelijke totale prijs.

Verdere informatie en cijfermateriaal vind je op onze website: www.proefbedrijf.be. Daar kun je ook de nieuwe Europese richtlijn raadplegen.

Onze volledige contactgegevens vind je op p. 46.

Directe verwarmings- systemen



Het warmtekanon geeft extra CO₂ in de stal en moet goed stofvrij gemaakt worden.

Klassiek warmtekanon

Van het warmtekanon zijn verschillende modellen op de markt, al dan niet met buitenluchtaanzuiging. Gasgestookte warmtekanonnen hebben die mogelijkheid als standaarduitrusting. Het brandergedeelte vervuilt minder en de verbranding wordt geoptimaliseerd. Het vermogen kan van 65 tot 100 % geregeld worden, met de hand of automatisch, wat een rustiger temperatuurverloop geeft in de stal. Ook een aantal modellen die op olie werken, kunnen voorzien worden van een buitenluchtaanzuiging.

Voordelen:

- hoog rendement
- voordelige prijs van de toestellen
- grote worplengte en warmtecapaciteit

Nadelen:

- open verbranding, schadelijke gassen in de stal
- meer ventilatie nodig, hoger energieverbruik
- brandgevaar bij stofopstapeling

Prijs: ca. 2000 euro per toestel (met een vermogen van 120 kW). Inclusief installatie en brandstoftank kan dat oplopen tot ca. 0,40 euro per dierplaats.

Benodigde warmtecapaciteit: minimum 125 W/m² of 6,7 W/kuiken.

Door het grotere risico op brand nemen verzekeringsmaatschappijen extra preventieclausules op in hun polissen (zie bijlage).

Warmtekanon met afvoer van rookgassen

Een warmtekanon met afvoer van rookgas-sen heeft een afgesloten verbrandingspro-ces. Daardoor komt er geen extra CO_2 in de stallucht. Het vermogen kan geregeld wor-den van 60 tot 100 % met een signaal vanuit de klimaatcomputer. Het warmteverlies door de schoorsteenpijp is minder dan 8 %.

Voordelen:

- geen directe verbranding in de stal, lagere CO_2
- aanzuigen van buitenlucht (meer zuurstof beschikbaar voor kuikens)
- minder ventileren, lager energieverbruik
- droger strooisel, geen extra waterdamp in de stal
- behuizing is volledig dicht, goed te reinigen

Nadelen:

- hogere investeringskost t.o.v. het klassieke warmtekanon
- warmteverlies langs schoorsteenpijp

Prijs: ca. 4000 euro per toestel met axiaalventilatoren en een capaciteit van 100 kW (dubbelwandige schoorsteenpijp: 500 euro per stuk). Of 0,30 euro per dierplaats, zonder werkuren voor de aanwerking van de schouwpijp en zonder brandstoftank.



Een gesloten verbrandingsruimte bij het warmtekanon met afvoer van rookgassen.

Indirecte verwarmings- systemen



Deltabuizen vast gemonteerd onder de inlaatventielen.

Centrale verwarming met deltabuizen

Deltabuizen worden gebruikt in combinatie met een cv-ketel op aardgas of stookolie. Een groot deel van de deltavormige buizen is vast gemonteerd aan de stalmuren, onder de inlaatventielen. De rest hangt verdeeld over het staloppervlak en kan worden opgehaald en neergelaten in functie van de leeftijd van de kuikens, het laden van de kuikens, of voor het reinigen van de stal tijdens leegstand.

Voordelen:

- geen directe verbranding in de stallen, lagere CO₂
- minder ventileren, lager energieverbruik
- droger strooisel, geen extra waterdamp in de stal

Nadelen:

- vraagt meer tijd om te reinigen (stof op de lamellen)
- hogere investeringskost
- cv-ketel moet goed onderhouden en afgesteld worden
- er moet een alternatief zijn in geval van panne

Prijs: 0,75 tot 0,90 euro per dierplaats, inclusief cv-installatie en opliersysteem.

Cv-heaters

Cv-heaters zijn aangesloten op een centrale verwarmingsketel. Het warme water gaat naar de radiator boven in de heater. De lucht uit de nok van de stal wordt aangezogen door een ventilator en opgewarmd over de radiator, waarna een zeskantige bak de warme lucht verdeelt over de kuikens. Lamellen aan de onderzijde regelen de richting van de luchtstroom. De heater is ophaalbaar en de



De heater zuigt lucht aan uit de nok van de stal en blaast warme lucht over de kuikens.

ventilator kan worden voorzien van een frequentieregeling. De heaters hangen ongeveer een meter boven de dieren. De vereiste capaciteit van de cv-heater wordt bepaald door de stalbreedte, de oppervlakte van de stal en de watertemperatuur.

De cv-installatie levert best een aanvoertemperatuur van 90 °C (retour 70 °C) met een waterdebiet van 150 l/min. Een frequentieregelaar op de ventilator doet het opgenomen vermogen van de motor afnemen, een investering die na 1,5 tot 2 jaar terugverdiend wordt door lagere elektriciteitskosten. Sommige bezochte bedrijven houden de cv-ketel continu op temperatuur, zodat de watertemperatuur in de leidingen nauwelijks daalt. Dat veroorzaakt wel een hoger brandstofverbruik (zie ondernemersverhalen).

Een extra aanzuigkoker boven de radiator van de heater zorgt ervoor dat de warme lucht nog beter uit de nok van de stal aangezogen wordt.

Voordelen:

- geen directe verbranding in de stallen, lagere CO₂
- volgens leverancier minder ventileren, lager energieverbruik
- droger strooisel, geen extra waterdamp in de stal
- goed te combineren met alternatieve energiebronnen (bijv. restwarmte)

Nadelen:

- hogere investeringskost
- hoger elektriciteitsverbruik (door ventilator)
- cv-ketel moet goed afgesteld en onderhouden worden
- er moet een alternatief zijn in geval van panne

Prijs: 0,60 tot 0,75 euro per dierplaats, inclusief cv-installatie op gas.

Per 500 m² staloppervlak is 1 heater nodig (bij capaciteit van 50 kW).



Vloerverwarming gecombineerd met hoogrendementketels op aardgas.

Vloerverwarming

De vloer wordt verwarmd met warm water uit een cv-installatie. De leidingen liggen in een laag beton van ca. 12 centimeter. Onder de betonlaag ligt een laag puin van 40 centimeter die dienst doet als warmtebuffer. De betonlaag wordt bij de stalmuren het best geïsoleerd om condensvorming te vermijden. Het systeem kan geregeld worden met temperatuursensoren in de betonvloer of met ruimtevoelers die aangesloten worden op de cv-ketel.

De temperatuur van het water in de aanvoerleiding schommelt tussen 35 en 40 °C; de vloertemperatuur is dan maximaal 28 °C. Het is mogelijk om koud water door de leidingen te sturen om te koelen. Na een periode van 14 dagen wordt de installatie meestal buiten werking gesteld, de dieren produceren zelf voldoende warmte. Vloerverwarming wordt meestal gecombineerd met heaters of warmtekanonnen die de ruimte in beperkte mate mee verwarmen.

Voordelen:

- geen directe verbranding in de stal, lagere CO₂
- verwarmen en koelen is mogelijk
- te combineren met een warmtepomp en warmteopslag in de grond

Nadelen:

- relatief duur
- het verwarmingssysteem reageert trager en moet constant boven een minimale temperatuur gehouden worden
- bij koeling kan snel condensvorming ontstaan, met nat strooisel als gevolg
- er moet een alternatief zijn in geval van panne

Prijs: in een nieuwbouwstal ca. 16 euro/m² (incl. heaters). Of reken 0,80 euro per dierplaats, inclusief cv-ketel op aardgas en cv-heater.

Volgens een onderzoek van ASG-veehouderij in Lelystad (2008) is het mogelijk om alleen vloerverwarming te gebruiken. Zij merken wel op dat de vloer en/of stal trager opwarmt, en tijdens koude periodes kan bijverwarming nog altijd nodig zijn. Anders zitten vooral de erg jonge kuikens slecht over de stal verdeeld. De technische resultaten waren vergelijkbaar, de uitwendige beoordeling van de dieren en de strooiselkwaliteit waren beter, en het energieverbruik was lager. Vloerverwarming in combinatie met ruimteverwarming leidde in het ASG-onderzoek niet tot lagere energiekosten.

Infrarood-stralers: donkerstralers

Deze techniek wordt vaak toegepast in grote hallen, maar ook pluimveestallen kunnen zo verwarmd worden. De stallen worden opgewarmd door een combinatie van ruimtelijke verwarming en infraroodstraling. Het systeem verwarmt vooral de vloer en al na drie uur heerst er een voor de kuikens aangename temperatuur.

De donkerstraler bestaat uit een U-vormige straalbuis en een verbrandingselement. In het verbrandingselement wordt aardgas of propaan gemengd met lucht (stallucht of buitenlucht). Dat mengsel wordt elektrisch ontstoken in een afgesloten verbrandingskamer; er is dus geen open verbranding. Een ventilator aan het einde van de buis voert rookgassen af.

De straalbuis is gemaakt uit roestvrij stalen geleidingsmateriaal en wordt over de hele lengte warm. Een reflector zorgt ervoor dat de straling alleen naar beneden gaat, zodat de ruimte en de kuikens nagenoeg zonder energieverliezen verwarmd worden. De ruimtetemperatuur in de stal mag daardoor een paar graden lager zijn. Om corrosie van de onderdelen te voorkomen, raadt de installateur aan het verbrandingselement waterdicht te maken of buiten de stal te plaatsen.

Voordelen:

- geen directe verbranding in de stal, lagere CO₂
- lagere energiekosten, volgens de leveranciers een besparing tot 20 %
- weinig onderhoud
- weinig stofvorming, geen extra luchtverplaatsing in stal
- droger strooisel, geen extra waterdamp in de stal
- technische resultaten vergelijkbaar met klassieke systemen

Nadelen:

- hogere investeringskosten
- de straalbuis mag niet te dicht bij brandbaar materiaal hangen
- corrosie van het verbrandingselement

Er is een capaciteit nodig van ongeveer 4,6 W per dierplaats. De stralers worden in serie geschakeld en centraal in de nok opgehangen. Tot 20 meter breedte volstaat een rij buizen, in bredere stallen zijn meerdere rijen nodig.

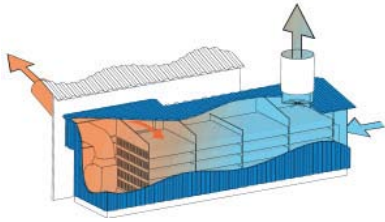
Prijs: voor een stal van 30.000 dieren zijn 5 stralers van 29 kW nodig. Zo'n straler kost 2000 euro (excl. btw), of 0,35 euro per dierplaats zonder installatiekosten. Een straler met een vermogen van 40 kW kost 2500 euro.



bron: mandik

Donkerstralers verwarmen de kuikens en de stalvloer, waardoor de ruimtetemperatuur een paar graden lager mag.

Warmtewisselaar



bron: Plettenburg

Met een warmtewisselaar kun je energie besparen en de luchtkwaliteit verbeteren. De instromende buitenlucht wordt opgewarmd door de uitstromende stallucht. De instromende lucht krijgt daardoor bijna dezelfde temperatuur als de aanwezige stallucht. Hij heeft ook een lagere relatieve vochtigheid, waardoor zijn vochtopnamecapaciteit twee tot drie keer hoger is dan van de lucht in de stal. Daardoor kan de voorverwarmde lucht meer vocht opnemen voordat hij verzadigd is en hoeft de pluimveehouder minder te ventileren. De twee luchtcircuits zijn in de warmtewisselaar volledig gescheiden: de stallucht stroomt over en de buitenlucht door de lamellen.

De buitenlucht wordt aangezogen met een centrifugaalventilator; een axiaalventilator zuigt de warme stallucht aan. De geconditioneerde buitenlucht wordt via de nok in de stal geblazen.

Momenteel zijn er twee systemen op de markt. Belangrijk bij beide systemen is een goede reiniging van de unit, omdat er in de stallucht vrij veel stofdeeltjes zweven die in de unit blijven hangen. Alle onderdelen moeten goed gereinigd worden met een hogedrukspuit.

Voordelen:

- volgens de leveranciers tot 50 % besparing op stookkosten
- verlaging van CO_2 -concentratie en relatieve vochtigheid van de stallucht
- goede strooiselkwaliteit
- lange levensduur van de installatie (tot 25 jaar)

Nadelen:

- na elke ronde is degelijk reinigen van de installatie nodig
- ventilatoren veroorzaken hoger
- extra tegendruk in stal, verhoogt elektriciteitsverbruik van ventilatoren

Prijs: een warmtewisselaar van 13.700 m³/u kost 1,11 euro per dierplaats incl. montage (of 0,90 euro zonder werkuren).

Een wisselaar met een capaciteit van 9.400 m³/u kost 1,05 euro per dierplaats (incl. installeren) of 0,83 euro zonder werkuren.

Je geniet van een VLIF-steun van 20 % voor energiebesparende techniek en van een verhoogde investeringsaftrek (13 %).

Er is een 'mobiele' warmtewisselaar op de markt. Die zit in een soort container die zowel binnen als buiten de stal opstelbaar is. Zo zijn geen ingrijpende verbouwingen nodig. Deze warmtewisselaars hebben standaard een frequentieregelaar op zowel de toevoer- als de afzuigventilator. Volgens de ontwikkelaar bespaar je 50 % op stookkosten.



Reinig de lamellen goed tijdens de leegstand en vervang de filters regelmatig.



Alternatieve brandstoffen voor indirecte verwarmingssystemen



Met 500 ton houtsnippen kun je 120.000 kuikens een jaar lang warm houden.



Een aanvoervijzel brengt de houtsnippen in de stookruimte en verder naar de houtkachel.

Om pluimveestallen te verwarmen met een installatie op biomassa kun je verschillende brandstoffen gebruiken. Meestal zijn dat houtsnippers, houtpellets, houtkrullen, Miscanthus (olifantengras), stro of zelfs granen. Er zijn verschillende types van kachels op de markt, zoals volautomatische kachels met afvoer van as, zelfreinigende ovens... De pluimveehouder zorgt best voor een grote voorraad brandstof op zijn bedrijf.

Hout

Houtkachels worden meestal gecombineerd met warmwatersystemen, zoals vloerverwarming of cv-heaters. Het principe is eenvoudig, maar je hebt een relatief grote opslagplaats nodig voor de biomassa en ook een kleinere bunker vlak bij de stookruimte. Met een aanvoervijzel of schroef worden de houtsnippers vanuit de bunker in de verbrandingsoven gebracht die in een brandwerende stookruimte staat. Een lucht/water-warmtewisselaar draagt de ontstane energie over naar de verwarmingsleidingen en een regelklep stuurt de watertemperatuur van de leidingen. De geproduceerde as wordt weggevoerd uit de stookruimte, met een kettingsysteem, bijvoorbeeld.

Met aangepaste houtkachels is het mogelijk om snoeiafval en stukhout te verwerken. Die kachels hebben een hydraulische aanvoer en een extra tussenstuk met een hydraulische pers, daardoor kunnen ze stukhout verwerken.

De energetische waarde van houtsnippers ligt tussen 3,7 kWh per kg (80 % droge stof) en 4,3 kWh per kg (85 % droge stof). Het vochtgehalte van de brandstof heeft een weerslag op het rendement en de levensduur van de houtkachel. Bij een te

hoog vochtgehalte is de verbranding onvolledig, wat meer onderhoud van de installatie vraagt. Het vochtgehalte bepaalt overigens de prijs van houtsnippers, 30 tot 80 euro/ton. Bij een grote stookinstallatie moet je regelmatig monsters van de rookgassen nemen. Het Vlarex bevat immers normen waaraan de uitstoot moet voldoen. Het gebruik van onbehandeld of eventueel behandeld hout bepaalt welke emissienormen van toepassing zijn.



Het vochtgehalte van de houtsnippers is bepalend voor de stookwaarde en de prijs.

Voordelen:

- goedkopere brandstof
- pluimveehouder kan zelf afspraken maken met de leverancier
- relatief korte terugverdientijd, zeker bij grote bedrijven
- geen directe verbranding in de stal, lagere CO₂
- lange levensduur van installatie bij goed onderhoud

Nadelen:

- hogere investeringskost, aanpassingen aan de stal nodig
- brandwerende stookruimte plaatsen
- zelf brandstof aankopen en contract regelen
- voor constante aanvoer van brandstof zorgen
- vochtgehalte van het hout is belangrijk voor een goede werking
- emissienormen respecteren
- vaak is er een overcapaciteit op het bedrijf, minder efficiënt gebruik van de houtkachel

Miscanthus (olifantengras)

Olifantengras (*Miscanthus sinensis*) is een siergras dat meer en meer geteeld wordt als brandstof voor verwarmingsinstallaties op biomassa. Het heeft weinig of geen bemesting nodig en kan 20 tot 25 jaar blijven staan. Vanaf het derde groeiseizoen kun je opbrengsten verwachten van 15 tot 22 ton per hectare.

In april of mei worden de stengels bij een vochtgehalte van ongeveer 20 % geoogst met een maïshakselaar. Het drogestofgehalte is bepalend voor de stookwaarde. Gemiddeld is de stookwaarde van 1 ha *Miscanthus* te vergelijken met 6000 tot 8000 liter



Miscanthus kun je oogsten na het derde groeiseizoen. bron: ziezo.biz

bouw en Visserij). Zij hebben projecten rond teelten, zoals Miscanthus als bron voor biomassa en voor de productie van bio-energie.

stookolie (2,23 kg Miscanthus = 1 liter ma-zout). Bij verbranding van Miscanthus moet je wel rekening houden met een hoger gehalte aan slakken of sintels, door een hoog chloor gehalte in het gras. De houtkachels moeten dus aangepast worden, of men kan ook 1% kalk toevoegen aan de brandstof. Het is mogelijk om zelf olifantengras te telen. Een bedrijf met 90.000 kuikens heeft aan 5,5 ha Miscanthus genoeg om de eigen energiebehoefte te dekken (1 à 2 wortelstokken per m²).

Meer informatie kun je ook vinden op de website van het ILVO (Instituut voor Land-



Korte omloophout wordt geoogst met een maïshakselaar.

Korte omloophout

Bij korte omloophout (KOH) gaat het meestal om wilg of populier, twee teelten die meerjarig kunnen worden aangehouden. Planten doe je in maart en april, nadat de akker geploegd en geëffend is. De stekken worden geplant met een aangepaste prei-planter, in twee rijen met een tussenafstand van 75 cm. Tussen zo'n dubbele rij laat je telkens 150 cm tussenruimte. Oogsten kan ten vroegste na 2 tot 3 jaar, en dan telkens om de drie jaar. De oogst gebeurt in het

voorjaar en gaat het best met een aangepaste maïshakselaar. Een productie van 12 tot 15 ton droge stof per hectare is haalbaar, wat overeen komt met 4800 tot 6000 liter stookolie.

De teelt is arbeidsextensief. Er is geen of weinig bemesting nodig (eventueel na het tweede of derde groei-jaar). De enige mogelijke plaag is aantasting door het wilgenhaantje, een glanzend kevertje dat de groei van de aanplant met 60 procent kan verminderen. Het kevertje is niet elk jaar aanwezig. Je kunt het chemisch bestrijden of op een biologische manier, door vanaf augustus de grond te bewerken. De poppen komen daardoor naar de bovenste grondlaag en gaan kapot.

Biogas

De restwarmte van een vergistingsinstallatie kan gebruikt worden als energiebron voor de verwarming van vleeskuikenstallen. Een aantal Belgische pluimveebedrijven hebben een biogasinstallatie geplaatst om biomassa van diverse oorsprong te vergisten. Het kan gaan om pluimveemest van het eigen bedrijf of om fruit- en groenteafval, maïs, mest, gras en ander organisch afval van andere bedrijven. Het vergistingsproces is vrij complex en bestaat uit opslag, vergisting, energieproductie en energieverbruik.

In de eerste fase wordt pluimveemest en/of biomassa gedroogd tot ongeveer 80 % droge stof, en daarna direct verwerkt of getransporteerd naar een silo. In de tweede fase wordt door anaerobe vergisting biogas geproduceerd, met een samenstelling van ca. 60 % methaangas en 40 % CO_2 . Het gas wordt verbrand in een WKK-installatie (warmtekrachtkoppeling), die tegelijk elektrische stroom en warmte produceert. Met de ontstane thermische energie worden de pluimveestallen of andere ruimtes verwarmd. Dat gebeurt meestal in combinatie met cv-heaters.

Tijdens het proces blijft een hoeveelheid digestaat achter, het restproduct van vergisting. Dat digestaat behoudt de volledige bemestingswaarde van de grondstof, terwijl de aanwezige mineralen in een makkelijker opneembare vorm beschikbaar zijn. Het digestaat wordt in hygiëniserietanks gedurende 1 uur verhit op 70 °C. Na dien wordt het gedroogd en meestal verkocht.

Voordelen:

- mest moet niet meer afgezet worden
- restwarmte verwarmt de pluimveestallen
- niet meer afhankelijk van energieleverancier
- zelf producent van groene stroom

Nadelen:

- zware investering
- hoge onderhoudskosten
- installatie is gevoelig voor storingen
- speciale vergunningen nodig
- emissienormen respecteren
- continue bewaking van de installatie
- zorgen voor aanvoer van biomassa



De investering in een biogasinstallatie is groot. Je kunt het systeem ook nooit onbewaakt achter laten.

Prijs: 2500 tot 3.000 euro per kW geïnstalleerd vermogen van de WKK-installatie (proefbedrijf Sterksel, NL).

CO₂-problematiek in vleeskuikensector

Effecten van CO₂

Koolstofdioxide of CO₂ is een geurloos gas dat gevaarlijk is voor mens en dier. In de buitenlucht is de concentratie 380 ppm (deeltjes per miljoen) of 0,03 %. Bij de mens kan langdurige blootstelling aan hoge CO₂-waarden leiden tot hoofdpijn, duizeligheid en concentratieverlies. Volgens de MAC-normen (Maximaal Aanvaardbare Concentraties) kunnen waarden boven 1000 ppm die symptomen al veroorzaken. MAC-normen worden toegepast in gesloten ruimten zoals scholen en bureaus.

Bij vleeskuikens leiden hoge CO₂-waarden tot productieverliezen en hogere sterfte. Een goede ventilatie, vooral aan het begin van een ronde, is cruciaal. Te hoge CO₂-waarden aan het begin van de ronde veroorzaken problemen met de zuurstofopname in het bloed en de organen van de dieren. Dat kan aan het einde van de ronde, vanaf 4 tot 5 weken, meer uitval geven door ascites (buikwaterzucht) en ORT, een bacteriële luchtweginfectie. ORT is vooral een probleem tijdens de winter, als er onvoldoende geventileerd wordt.



CO₂-productie in de stal

CO₂ is afkomstig van:

- de ademhaling van de kuikens
- kuikenmest, door de omzetting van ureum
- verbranding van brandstof in de stal.

De kuikens produceren CO₂ door te ademen en door de fysiologische verbranding die optreedt bij beweging, groei en lichaamsonderhoud. De hoeveelheid stijgt met de leeftijd van de dieren maar is ook afhankelijk van hun gedrag. Als ze meer bewegen,

Kuikens produceren CO₂ door te ademen.

komt er meer CO₂ in de stal. De CO₂-waarden zijn afkomstig uit het CIGR-rapport. Dit rapport geeft de warmte- en vochtproductie van de dieren in de pluimveestal.

De hoeveelheid wordt uitgedrukt in 0,163 m³ CO₂ per uur en per 1000 Watt warmteproductie door de dieren (bij 20 °C). Zo produceren 25.000 kuikens op de achtste dag ca. 23,5 kg CO₂/uur. Vanaf de tweede week is hun aandeel in het totale CO₂-gehalte al behoorlijk hoog; hou daar zeker rekening mee als je cv-systemen gebruikt, zoals heaters en deltabuizen. In de Proefstallen in Geel werden in de tweede

week van de winterrondes CO₂-waarden van 4000 ppm en meer gemeten, zonder warmtekanon.

Bij de omzetting van de uitwerpselen komt naast ammoniak ook CO₂ vrij. Vanaf een kuikengewicht van 500 g, rond de veertiende levensdag, moet je ook met deze extra CO₂ rekening houden.

In een stal die verwarmd wordt met een klassiek warmtekanon, veroorzaakt de directe verbranding van petroleum de meeste CO₂. Een liter petroleum stoken geeft 2,53 kg CO₂ per uur, of een verhoging van 1300 ppm in een stal van 1000 m³.

Theoretische berekeningen

Voor de winterronde op het proefbedrijf hebben we een theoretische berekening gemaakt van de CO₂-productie in de stal, rekening houdend met de CO₂-uitstoot van de brandstof. De CO₂-uitstoot per liter brandstof vind je in de tabel met energie-inhouden op pagina 23. Het aandeel van de kuikenademhaling werd berekend op basis van de waarden uit het CIGR-rapport (Commision Internationale du Genie Rural). In dit rapport vind je de warmte- en vochtproductie van o.a. vleeskuikens in pluimveestallen. Vanaf een kuikengewicht van 500 g komt er nog een klein deel bij uit de mest van de dieren, dit is verrekend in de CO₂-productie van de dieren.

CO₂-productie in de stal: CO₂ van petroleumverbranding, CO₂ door de ademhaling van de dieren (kg/u) en totale CO₂-productie in de stal (kg/u).

leeftijd dag	verbruik petroleum liter/dag	uitstoot brandstof kg CO ₂ /u	ademhaling dieren kg CO ₂ /u	totale CO ₂ dier +petrol. kg CO ₂ /u	% CO ₂ van brander
1	92,5	21,3	1,2	22	95 %
8	51	16,1	5,6	22	74 %
15	33	20,9	9,6	30	69 %
22	32	11,6	17,7	29	40 %
29	15	12,7	27,7	40	31 %
36	5	12,7	38,2	51	25 %

Verbruik van de brandstof in de proefafdeling voor de winterronde met opzet 19/12/2008 en met 6000 kuikens. De percentages van de brander zijn relatief t.o.v. de totale CO₂-productie in de stal.

Tijdens deze koude winterperiode was de CO₂-productie door verbranding veel groter dan het aandeel van de kuikenademhaling, maar op dag 15 was het aandeel van de dieren toch al opgelopen tot 31 %. In een tussenseizoen zal de CO₂-productie van de dieren snel een groter aandeel vertegenwoordigen. In stallen met cv-systemen produceren alleen de dieren en het mest CO₂.



Met een warmtewisselaar bespaar je op energiekosten. De verse buitenlucht wordt voorverwarmd door de uitstromende stallucht.

Vermindering van CO₂-uitstoot

Met het demoproject willen we de uitstoot van CO₂ door de verbranding van fossiele brandstof bepalen in de pluimveestallen. De verwarming optimaliseren levert een bijdrage tot het verlagen van de totale CO₂-uitstoot in het milieu.

Volgens een onderzoek van ASG-veehouderij in Lelystad (2008) produceert een vleeskuikenstal gemiddeld 1,63 kg CO₂ per kuiken/jaar. Daarbij is rekening gehouden met het elektrisch verbruik en het brandstofverbruik dat de pluimveehouder nodig had om gedurende een jaar de stallen te

verwarmen (bij een aflevergewicht van 2,15 kg en 7 rondes per jaar). Er zijn verschillende manieren om deze uitstoot te beperken.

Met inzet van duurzame energie de uitstoot reduceren:

- biomassakachels (hout, korte omloophout of Miscanthus)
- mestvergisting
- biogasinstallatie
- warmtepomp (bijv. gebruik van warmteopslag in de grondlagen).

Efficiëntere installaties in de stal zelf:

- warmtepomp in combinatie met vloerverwarming
- energiezuinige stalverlichting
- hoogrendementketels
- nieuwe stalontwerpen (bijv. TerraSea®)
- warmtewisselaars
- frequentieregelaar op ventilatoren.

Resultaten van de bedrijven uit het demoproject

Het project 'CO₂-reductie in de vleeskuikenhouderij door een optimale verwarming van stallen' was een ADLO-demonstratieproject met steun van de Europese Unie en het Departement Landbouw en Visserij van de Vlaamse overheid.



Het project liep van 1 februari 2008 tot 28 februari 2010, en werd uitgevoerd door het Proefbedrijf voor de Veehouderij met BB-consult als partner. Het project wil het belang van een goed klimaatmanagement aantonen, en inspelen op de nieuwe Europese richtlijn die extra voorwaarden oplegt aan de pluimveehouder om een kuikenbezetting vanaf 39 kg/m² te mogen aanhouden.

Het doel van dit project is pluimveehouders informeren over het energieverbruik en een aantal nieuwe verwarmingstechnieken demonstreren. De informatie over de deelnemende bedrijven is natuurlijk subjectief en bedrijfsgebonden. Maar ze biedt wel de mogelijkheid om de eigen bedrijfssituatie te vergelijken, en om kritische en gerichte vragen te stellen bij een eventuele investering in de toekomst.

In de proefstallen van het Proefbedrijf voor de Veehouderij hebben we bovendien drie verwarmingssystemen met elkaar vergeleken.

Verdere informatie en cijfermateriaal vind je terug op onze website:
www.proefbedrijf.be.

Opvolging van de demobedrijven

Tijdens het project werden acht bedrijven opgevolgd:

- vier bedrijven met een klassiek warmtekanon
- twee bedrijven met een cv-heater
- een bedrijf met deltabuizen
- een bedrijf met een warmtekanon met afvoer van rookgassen.

Een van de vier bedrijven met warmtekanonnen is pas later in het project gestapt. De technische resultaten werden daardoor tijdens vijf in plaats van zes rondes opgevolgd; het brandstofverbruik werd wel zes rondes lang geregistreerd (zie de tabel met energetische resultaten). De bedrijven gebruiken verschillende types brandstof en er zijn ook verschillen in het al dan niet uitleiden van de kuikens.

Alle bedrijven beschikken over inlaatventielen. De meeste bedrijven beschikken over een lengte/nokventilatie (L/N), behalve bedrijf D met uitsluitend nokventilatie (N) en bedrijf E met lengteventilatie (L). Wat de ventilatiecapaciteit betreft, zijn er uitersten van 97 tot 179 m³ per m² staloppervlak. De verwarmingscapaciteit is vooral in bedrijf H hoger.

De stallen verschillen onderling ruim 20 jaar en dat heeft natuurlijk een effect op het energieverbruik. Per bedrijf werden de gemiddelde k-waarden bepaald van de stal (k-waarde van de muur en het dak). Hoe lager die k-waarde, hoe beter de stal geïsoleerd is. De k-waarde (of u-waarde) voor vleeskuikenstallen ligt best onder 0,7 W/m².°C.

Overzicht van de acht demobedrijven:

bedrijf	A	B	C	D	E	F	G	H
type verwarming	warmte-kanon	warmte-kanon	warmte-kanon	warmte-kanon	kanon met afvoer	cv-heater	cv-heater	cv-delta buizen
brandstof	petroleum B	petroleum B	petroleum B	petroleum C	stookolie	biogas	propaan-gas	stookolie
type ventilatie	L/N	L/N	L/N	N	L	L/N	L/N	L/N
verwarmings-capaciteit (kW/m ²)	0,17	0,18	0,22	0,15	0,19	0,14		0,28
ventilatie capaciteit (m ³ /m ² stal)	126	136	97	102	156		179	163
staloppervlak m ²	1700	1050	910	1260	1080	1080	1635	840
bouwjaar	1993	1991	1981	1988	2001	1997	1990	1988
aantal kuikens / m ² bij opzet	20.0	20.0	18.9	19.0	23.1	18.5	23.2	21.2
% uitleiden	21.5	19	0	15.5	24	0	22	17.5
gem. lengte ronde in dagen	41	40	41	43	44	42	43	43

Bij de registratie van de klimaatgegevens vroegen we naar de instellingen van de ventilatie. De meeste bedrijven maken gebruik van knikpunten die ze instellen in de klimaatcomputer. Maar de ventilatie wordt vaak manueel bijgestuurd door de pluimveehouder zelf, zodat de correcte ventilatiehoeveelheden moeilijk te bepalen zijn.

Energetische resultaten voor zes rondes

Aangezien de verschillende pluimveebedrijven ook verschillende types brandstof gebruikten, hebben we een tabel opgesteld met de energie-inhoud van de brandstoffen.

Zo kun je beter het energieverbruik vergelijken. Daarnaast wordt ook de CO₂ uitstoot weergegeven per energiedrager en een gemiddelde prijs om een berekening te maken van de energiekosten. Deze tabel werd verder in de brochure meerdere keren gebruikt.

Energie-inhoud van de verschillende brandstoffen:

energiedrager	stookwaarde MJ / liter	stookwaarde kWh / liter	CO ₂ uitstoot kg / liter	prijs euro / liter	prijs cent / kWh
petroleum type B	34,49	9,58	2,46	0,439	4,58
petroleum type C	34,49	9,58	2,46	0,470	4,91
stookolie	36,78	10,22	2,68	0,417	4,08
propaangas	25,12	6,98	1,72	0,382	5,93
aardgas per m ³	30,14	8,37	1,68		3,36

De prijzen zijn de gemiddelde prijzen voor 2009, zonder btw (bron: FOD Economie).

Overzicht van vier demobedrijven die een klassiek warmtekanon gebruiken:

bedrijven met warmte kanon	A	B	C	D
opzetdata van tot	25/11/2008 14/08/2009	11/12/2008 08/09/2009	9/01/09 06/11/09	16/03/09 17/11/09
gem. aantal liter brandstof per 1000 kuikens /ronde	70	80	76	54
gem. brandstofverbruik (kWh per 1000 kuikens per ronde)	670	770	730	520
brandstofverbruik kWh / kuiken (totaal van 6 rondes)	4,00	4,61	4,37	3,13
gem. brandstofverbruik (kWh per m ² per ronde)	13,41	15,29	13,67	9,75
verwarmingskost euro per 1000 kuikens per ronde *	30,5	35	33	25,5
k-waarde gemiddeld stal	0,43	0,41	0,32	0,52

* De energiekost is berekend o.b.v. de gemiddelde prijzen voor 2009 (excl. btw).

Voor het verbruik in kWh gebruikten we de tabel met de energie-inhouden op pagina 23. Het verbruik is uitgedrukt per m² staloppervlak of per 1000 kuikens. Er werd ook een totaal gemaakt van het petroleumverbruik voor de zes opeenvolgende rondes. Door het totale verbruik na die zes rondes te gebruiken, verkleint de invloed van de seizoenen. Dat biedt de pluimveehouder de mogelijkheid om zijn eigen verbruikcijfers te vergelijken met de demobedrijven, rekening houdend met de opzetdata.

Stel: je had een verbruik van 12.500 liter petroleum type B voor een stal met 25.000 kuikens en zes rondes.

12.500 liter x 9,58 kWh per liter = 119750 kWh/stal over zes rondes. Of gemiddeld 4,79 kWh per kuiken voor zes rondes verwarmd met een warmtekanon.

Dat is een hoger verbruik vergeleken met demobedrijven A-C (zie bovenstaande tabel). Maar hou zeker rekening met de invloed van seizoenen en neem de opzetdata erbij.

Bedrijf D heeft een lager verbruik maar de gevolgde rondes zaten in een andere periode (zonder winter), zodat het energieverbruik niet te vergelijken is met dat van bedrijven A-C.

De stallen zijn allemaal voldoende geïsoleerd, aangezien de k-waarde onder 0,7 W/m².°C ligt.

Voor de bedrijven met alternatieve verwarmingssystemen (E-H) werden dezelfde berekeningen uitgevoerd.

In onderstaande tabel zien we de resultaten met de opzetdata per bedrijf. Het type brandstof is verschillend per bedrijf. Voor omrekeningen gebruikten we opnieuw de tabel met energie-inhouden op pagina 23.

Overzicht van vier demobedrijven die alternatieve systemen gebruiken:

Bedrijf type verwarming	F cv-heater	G cv-heater	H cv- deltabuizen	E kanon met afvoer
opzetdata van tot	15/01/2009 18/09/2009	9/02/2009 15/11/2009	24/11/2008 17/08/2009	23/02/09 26/10/09
gem. aantal liter brandstof per 1000 kuikens per ronde		56 °°	97 °	70°
gem. brandstofverbruik (kWh per 1000 kuikens per ronde)	1190	391	990	754
brandstofverbruik kWh / kuiken (totaal van 6 rondes)	-	2,35	5,95	4,52
gem. brandstofverbruik (kWh per m ² per ronde)	22	9,0	20,7	16,9
verwarmingskost euro per 1000 kuikens per ronde *	**	21 °°	40 °	31 °
k-waarde gemiddeld stal	0,50	0,36	0,44	0,50

* De energiekost werd berekend o.b.v. de gemiddelde prijzen voor 2009 (excl. btw).

** Maar 3 rondes

° brandstof = stookolie

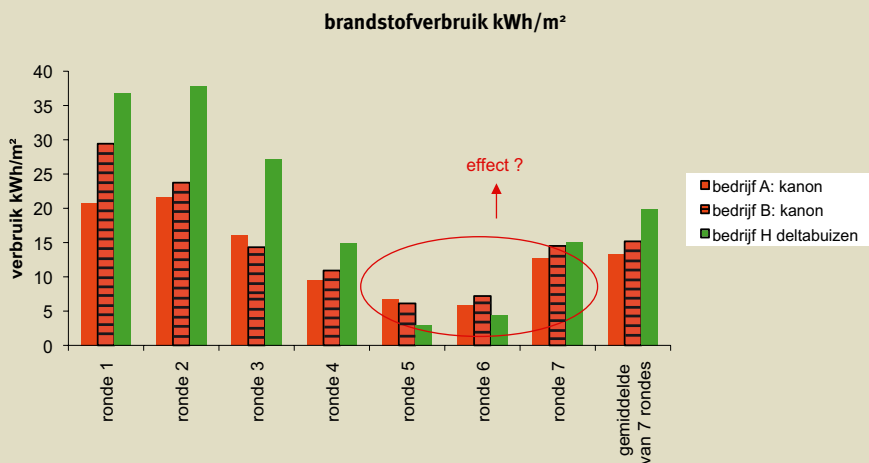
°° brandstof = propaangas

Van bedrijf F zijn alleen resultaten voor drie rondes beschikbaar. Toch blijkt daaruit al een hoog energieverbruik. De stallen worden verwarmd met restwarmte, die in overvloed beschikbaar is. Bedrijf G heeft een laag verbruik maar ook een latere opzetperiode. De streeftemperatuur in stal G is ook lager ingesteld in vergelijking met de andere bedrijven. Bij bedrijf E gaat veel warmte verloren via de afvoer door een schoorsteenpijp.

In het project zaten drie demobedrijven met een vergelijkbare opzetperiode. Dit zijn de bedrijven A en B met het klassieke warmtekanon en bedrijf H met de deltabuizen.

Bedrijven A en B hebben een lager verbruik t.o.v. het bedrijf met de deltabuizen. De verschillen tussen A en B in de eerste ronde zijn te wijten aan het koude weer, dat een effect had bij het opwarmen van de stal, bij het uitladen tijdens de ronde en het wegladen. Bedrijf H heeft in de loop van het project verbeteringswerken aan de stal uitgevoerd (extra isolatie en nieuwe ventielen) en het management aangepast. Daardoor zijn de energetische resultaten van ronde vijf en zes opmerkelijk beter.

Brandstofverbruik in kWh/m² van drie demobedrijven in eenzelfde opzetperiode:

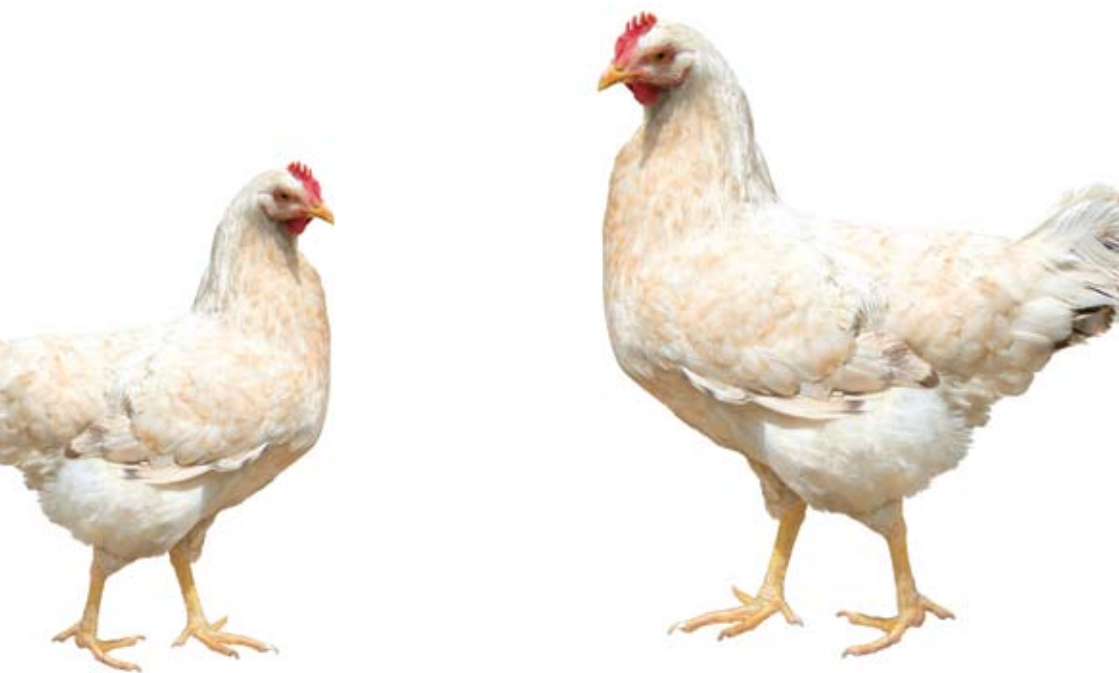


Registreren en vergelijken van het verbruik loont de moeite

Het brandstofverbruik voor de verschillende systemen was erg verschillend: per bedrijf kregen we andere resultaten. Dat heeft te maken met de verscheidenheid van de opgevolgde stallen (type ventilatie, bouwjaar, isolatie, al dan niet uitladen en ventilatiecapaciteit) maar ook met de manier van verwarmen. De opzetdata van de zes rondes bepalen de invloed van de seizoenen op het energieverbruik. Die waren voor de acht demobedrijven verschillend.

Het bedrijf dat een warmtekanon met afvoer van rookgassen heeft, verliest veel warmte langs de schoorsteen. Dat zorgt voor een hoger brandstofverbruik. Bij de nieuwe generatie toestellen van dat type mag je een lager schoorsteenverlies (maximaal 8 %) verwachten.

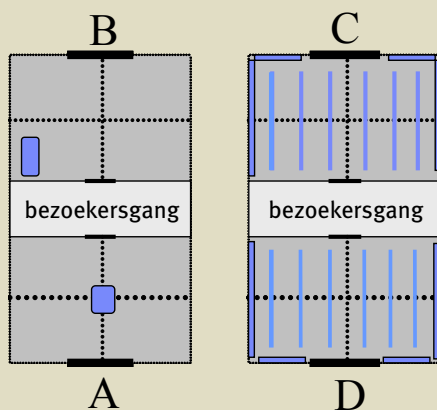
De resultaten tonen aan dat isolatie- en renovatiewerken in bestaande stallen zeker de moeite lonen.



Vergelijking van verwarmingssystemen op het Proefbedrijf voor de Veehouderij

De twee vleeskuikenstallen op het Proefbedrijf voor de Veehouderij hebben vier klimaatafdelingen van elk 300 m² (A-D, zie schema). In elke afdeling zaten 6000 kuikens. De kuikens werden gemengd opgezet, met hanen en hennen door elkaar, en beschikten continu over water en voeder. Ze kregen water door drinknippels en voeder in ovale voederpannen. Het voeder was een standaard commercieel voeder in vier fasen: prestart-, start-, groei- en eindvoeder.

Schema van de stallen met afdelingen A-D:



afdeling A: cv-heater
afdeling B: warmtekanon

afdelingen C en D: cv-deltabuizen

De streefwaarde voor de staltemperatuur bedroeg 34,5 °C bij de opzet van de kuis en werd geleidelijk afgebouwd tot 18,5 °C aan het einde van de ronde. De minimumventilatie werd aangepast aan de manier van verwarmen. De maximale ventilatie werd berekend op basis van 3,6 m³/kg/uur. De proefperiode liep tot de leeftijd van veertig dagen. Tijdens de zes proefrondes werd niet uitgeladen.

Proefopstelling

In afdeling A werd een cv-heater van het type Wesselmann opgehangen, met een vermogen van 50 kW en een luchtverplaatsing van 8000 m³/u. Het warme water werd geleverd door een cv-ketel op aardgas. Vanaf de vijfde ronde werden een frequentieregeling op de ventilator van de cv-heater en een voeler op de retourleiding geplaatst, om het verwarmingssysteem nauwkeuriger te kunnen regelen.

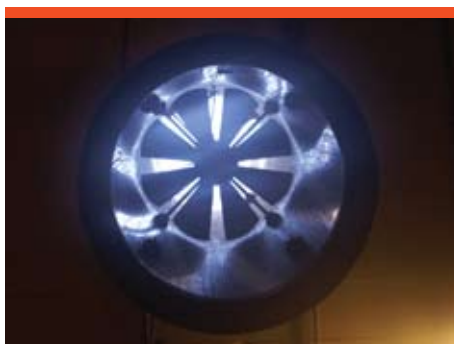
In stal B werd een Priva-warmtekanon geplaatst, eerst een type met een vermogen van 75 kWh (8 liter per uur), later een kleiner model met een verbruik van 4 liter per uur. Het kleinere model deed dienst tijdens de laatste twee proefrondes. Er werd een brandstoftank geplaatst met petroleum type C.

In twee afdelingen (C,D) werden als verwarmingssysteem deltabuizen gebruikt, aangesloten op een cv-ketel op aardgas.

In de drie afdelingen met centrale verwarming (deltabuizen en heater) werd eenzelfde minimumventilatie aangehouden. Voor het warmtekanon (B) werd de minimumventilatie tijdens de eerste tien dagen hoger ingesteld om de extra CO₂ van de directe verbranding af te voeren.

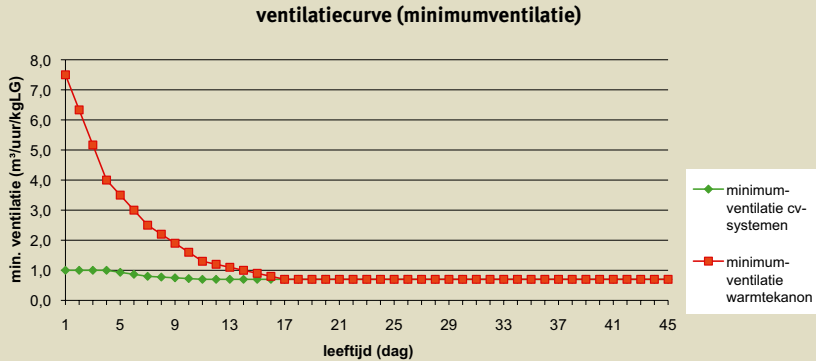


Om het energieverbruik te meten werden calorimeters geplaatst.



In de proefstal met het warmtekanon werd de ventilatie hoger ingesteld.

Ventilatie-instellingen op het proefbedrijf: voorbeeld ronde vijf:



Temperatuurmetingen

De temperatuur in de stallen werd automatisch geregistreerd per afdeling. Daarnaast werden op 25 verschillende plaatsen in de stal extra metingen op het strooisel uitgevoerd met een infraroodthermometer.

Bij de cv-heater waren er eerst grote temperatuursverschillen tussen de vijf temperatuursensoren. Na de vierde ronde werden een frequentieregelaar en voelers op de retourleiding in de stal geplaatst. Daardoor werd in de laatste 2 rondes de streeftemperatuur beter bereikt.

Aanvankelijk waren er grote temperatuursverschillen en -schommelingen in de afdeling met het warmtekanon. Nadat een kleiner kanon geplaatst werd, waren de schommelingen kleiner en werd de temperatuur beter gespreid.

Bij de deltabuizen hadden we een gelijkmatige verdeling van de temperatuur.

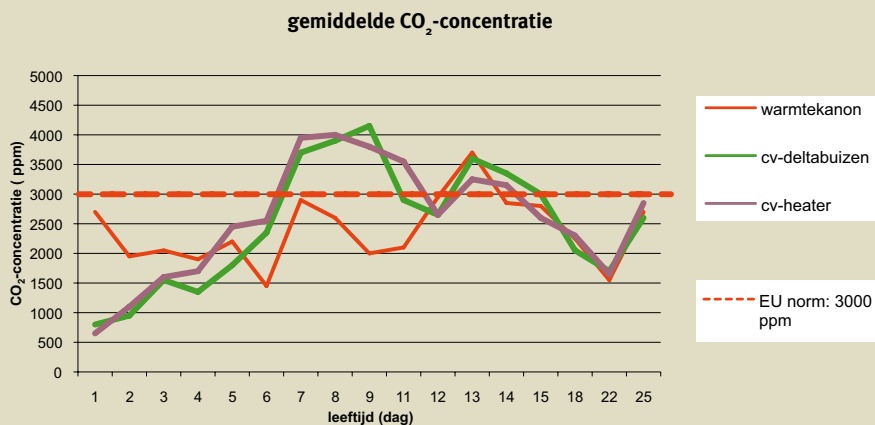
CO₂-metingen

Tijdens de eerste drie rondes werden de CO₂-concentraties bepaald met Dräger-buisjes, nauwkeurig tot op 100 ppm. De CO₂-concentratie van elke afdeling werd tweemaal per dag gemeten. Tijdens de laatste twee rondes konden we beschikken over een digitale CO₂-meter met infraroodadsorptie, nauwkeurig tot op 100 ppm.

Aangezien we met dit toestel snel kunnen meten, konden we de laatste rondes beter opvolgen. In ronde vijf voerden we extra metingen uit op verschillende tijdstippen, zowel op kuikenhoogte als op borsthoogte (1,25 m).

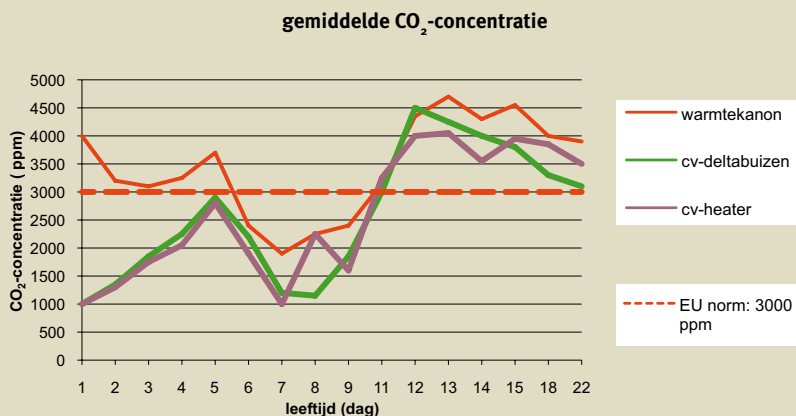
Tijdens de ronde die startte op 10 april 2009, hebben we meerdere keren per dag gemeten (zie grafiek). Daaruit kwamen interessante gegevens naar voren: vanaf dag zeven werd de norm van 3000 ppm ook overschreden bij de indirecte verwarmingssystemen (cv-deltauizen en cv-heater). Blijkbaar was de ingestelde ventilatiecurve onvoldoende om de CO₂-productie van de vleeskuikens in deze ronde weg te werken. Vanaf dag vijftien tot de dag van het laden bleef de CO₂ in alle proefstallen wel onder de opgelegde grens van 3000 ppm. Ook in andere rondes zagen we bij stalverwarming met een cv-ketel dat fenomeen optreden, vooral in de tussenseizoenen.

Verloop van de CO₂-concentraties in ppm bij de verschillende verwarmingssystemen. Opzet: 10/04/2009, eerste 25 dagen:



In de koude winterronde van 2008-2009 werd de CO₂-grens geregeld overschreden. Het warmtekanon produceerde in de eerste dagen zoveel koolstofdioxide dat de gemiddelde waarden tot bijna 4000 ppm stegen, ondanks de hogere minimumventilatie. Vanaf dag elf werd het buiten zeer koud, tot -19 °C. Toen werd de ventilatie sterk beperkt, zodat voor alle verwarmingssystemen de grenswaarde van 3000 ppm overschreden werd.

Verloop van de CO₂-concentraties in ppm bij de verschillende verwarmingssystemen. Winterronde met opzet 19/12/2008, eerste 22 dagen:



Bij metingen verspreid over verschillende tijdstippen van de dag, hadden we in de namiddag lagere CO₂-waarden. Er is minder activiteit in de stal (zowel van dieren als diervverzorgers), de ventilatie ligt hoger en er wordt minder gestookt. Er waren geen duidelijke verschillen in CO₂-waarden tussen metingen op kuikenhogte en metingen op borsthoogte.

Energetische resultaten van de proefstallen

Energieverbruik o.b.v. het brandstofverbruik voor de verschillende verwarmingssystemen (in kWh /1000 kuikens):

Verwarmingssysteem	cv-heater	warmtekanon	cv-deltahuizen
Ronde 1 (7/03/'08)	1180 kWh 71 % *	2075 kWh 125 %	1660 kWh
Ronde 2 (2/05/'08)	395 kWh 94 %	730 kWh 173 %	420 kWh
Ronde 3 (19/12/'08)	2385 kWh 96 %	2850 kWh 115 %	2475 kWh
Ronde 4 (13/02/'09)	1195 kWh 94 %	1715 kWh 135 %	1275 kWh
Ronde 5 (10/04/'09)	580 kWh 109 %	950 kWh 180 %	530 kWh
Ronde 6 (2/10/'09)	750 kWh 94 %	1250 kWh 156 %	800 kWh
Gemiddelde van 6 rondes (kWh /1000 kuikens)	1080 (91 %)	1595 (134 %)	1190 (100 %)

* % relatief t.o.v. afdeling C en D (met deltahuizen)

Voor de berekeningen gebruikten we de tabel met energie-inhouden op pagina 23.

In de afdeling met het warmtekanon werd een hogere minimumventilatie ingesteld tijdens de eerste tien dagen. De hogere ventilatiecurve in de afdeling met het warmtekanon, zorgde voor een gemiddeld meerverbruik van 34 % voor de zes rondes in vergelijking met de afdelingen met deltabuizen. Vooral in de tussenseizoenen waren er meer stookuren en een hoger verbruik.

Voor de cv-heater stelden we een brandstofverbruik vast van 90 % t.o.v. de deltabuizen, maar hier is geen rekening gehouden met het bijkomende elektrisch verbruik van de ventilator in de heater (0,55 kW). Om het volledige verbruik te kennen moet ook het verbruik van de cv-ketel en de circulatiepompen meegeteld worden (bij de cv-systemen). Tijdens de eerste vier rondes werkte de cv-heater niet optimaal. Dat was wel zo nadat de techniek en de instellingen aangepast waren.

CO₂-uitstoot

Wat de CO₂-uitstoot betreft, krijgen we vergelijkbare percentages met de hoogste tonnages voor het warmtekanon. De uitstoot werd uitsluitend op basis van het brandstofverbruik van de zes rondes berekend.

CO₂-uitstoot per 1000 kuikens: totaal voor zes rondes:

Verwarmingssysteem	cv-heater	warmtekanon	cv-deltabuizen
CO ₂ -uitstoot brandstof totaal voor 6 rondes (kg /1000 kuikens)	1301 kg 91%	1982 kg 138%	1436 kg 100%

Voor de berekeningen gebruikten we de tabel met energie-inhouden op pagina 23.
% zijn relatief t.o.v. afdeling C en D met deltabuizen.

Dat geeft bij de stal opgewarmd met het warmtekanon een uitstoot van 1,98 kg CO₂/kuiken over zes rondes, alleen rekening houdend met het brandstofverbruik. Om een idee te krijgen van wat die getallen betekenen: een gemiddeld gezin van vier personen produceert op basis van het elektriciteits- en brandstofverbruik gemiddeld vijf ton CO₂ per jaar. Voor een pluimveestal met 25.000 kuikens en verwarmd met warmtekanonnen, krijgen we een CO₂-uitstoot van vijftig ton door verstookte brandstof.

Energiekost

Verwarmingskost in euro per 1000 kuikens voor de verschillende verwarmingssystemen, gemiddelde van zes rondes:

Verwarmingssysteem	cv-heater	warmtekanon	cv-deltabuizen
Energiekost €/1000 kuikens gemiddelde van 6 rondes	39 (14-86)	61 (28-109)	43,5 (15-89)

Tussen haakjes staan de goedkoopste en duurste rondes.
Berekeningen op basis van de gemiddelde brandstofprijs in 2009:
aardgas bij de cv-systemen en petroleum voor het warmtekanon.

De grote meerkost bij het warmtekanon is te wijten aan de hoger ingestelde ventilatie tijdens de eerste tien dagen. Zo werd de extra CO₂-uitstoot van de directe verbranding afgevoerd.

Technische resultaten

Technische resultaten op dag 39: gemiddelde voor zes rondes voor de verschillende verwarmingssystemen:

	verwarmingssysteem	cv- heater	warmte-kanon	cv-deltabuizen
ronde 1-4	% uitval	3,9	3,4	3,8
	bruto levend gewicht (g)	2514	2550	2557
	netto VC	1,71	1,70	1,66
	productiegetal	355,9	364,7	371,9
ronde 5-6	% uitval	3,9	3,1	3,8
	bruto levend gewicht (g)	2483	2440	2469
	netto VC	1,75	1,74	1,76
	productiegetal	343,8	339,2	343,5

Na ronde vier werden technische aanpassingen aan de heater uitgevoerd. Vandaar de opsplitsing: voor en na de technische aanpassingen.

Voor de cv-heater waren de technische resultaten voor de eerste vier rondes minder goed door problemen met de temperatuur en nat strooisel. Na aanpassingen aan de installatie waren de technische resultaten in de laatste twee rondes vergelijkbaar met die van de deltabuizen.

De technische resultaten van het warmtekanon zijn te vergelijken met de resultaten van de stallen met deltabuizen. De uitval is significant lager.

Uitwendige kwaliteit van de kuikens

We verzamelden niet alleen technische kengetallen. De kuikens werden ook beoordeeld op uitwendige kwaliteit: bevuling van de borst, aanwezigheid van hakirritaties en aantasting van de voetzolen. Daarbij gaven we een score van 0 tot 3:

- **score 0:** geen zichtbare afwijking
- **score 1:** lichte verkleuring van hak en/of voetzool, lichte bevuling van de borst
- **score 2:** matige roodverkleuring van hak en/of voetzool maar geen zichtbare blaren of kloven, matige bevuling van de borst
- **score 3:** ernstige roodverkleuring van hak en/of voetzool met zichtbare blaren of kloven, ernstige bevuling van de borst.

Tijdens de eerst drie rondes waren er in de afdeling met een cv-heater meer voetzool-aantastingen en hakirritaties in vergelijking met de afdeling met de deltabuizen. Dat is weer te verklaren door het natte strooisel. Na de technische aanpassingen waren de beoordelingen van de kuikens vergelijkbaar. De beoordeling van de kuikens in de afdeling met warmtekanonnen is vergelijkbaar met de resultaten in de afdeling met deltabuizen.

De verwarmingssystemen zijn gelijkwaardig

Wat technische resultaten betreft, zijn er geen grote verschillen tussen de drie verwarmingssystemen. Het hogere energieverbruik bij het warmtekanon in de proefstal is te wijten aan de hoger ingestelde ventilatiecurve. Rekening houdend met de gemeten CO_2 -concentraties moeten de ventilatie-instellingen bij de cv-systemen in de toekomst aangepast worden, om pieken in CO_2 -waarden door kuikenademhaling weg te werken en om te voldoen aan de EU-norm van 3000 ppm.

Voor meer details kun je terecht op de website: www.proefbedrijf.be.



Elke ronde kregen de kuikens scores voor voetzool-aantasting, hakirritatie en borstbevuilding.



Tips voor energiebesparende maatregelen



Met een stofbak achter de stal kunnen de lengteventilatoren goed gereinigd worden met veel water.

- zorg voor afsluitbare ventilatieopeningen bij lengteventilatie
- vervang oude ventilatoren door gelijkstroomventilatoren op 220 Volt
- ga op zoek naar een voordelige energieleverancier op de vrije markt
- een stofbak zorgt voor makkelijk reinigen van lengteventilatoren.

Management:

- noteer dagelijks de meterstanden; dat geeft een beter zicht op het verbruik en afwijkingen zijn sneller op te sporen
- check de temperatuurvoelers en controleer of ze op de juiste plaats hangen
- controleer regelmatig de klimaatinstellingen
- laat de cv-ketel jaarlijks onderhouden: beter rendement geeft een lager energie-verbruik
- stel de juiste minimumventilatie in maar hou rekening met de CO₂-productie in de stal.

Met kleine ingrepen bezuinigen op energiekosten:

Isolatie:

- voldoende aandacht schenken aan isoleren en luchtdicht houden van de stal
- isolatie ononderbroken aanbrengen, zodat er geen koudebruggen ontstaan
- vocht, aantasting door insecten en knaagdieren verminderen het effect van isolatie.

Ventilatie:

- maak na iedere ronde de meetwaaiers onder de ventilator schoon met een vochtige doek
- maak de inlaatopeningen en ventilatiekokers schoon; vuil verhoogt de weerstand
- vervang de triac-regeling door een frequentieregelaar (elektriciteitsbesparing van 30%)
- ventilatoren met een hoger debiet en grotere diameter draaien zuiniger

De stal goed verwarmen en de CO₂-concentratie onder de norm houden



Noteer dagelijks de meterstanden van het brandstofverbruik: meten is weten.

Hoe doen we dat?

Om het hoofd te bieden aan de stijgende brandstofprijzen, is het nuttig om brandstofmeters te plaatsen. Regelmatig het verbruik noteren geeft je de mogelijkheid om te vergelijken en waar mogelijk te besparen.

Check de stallen op de aanwezigheid van kieren en beschadigingen in de isolatie. Herstellings- en renovatiewerken lonen de moeite.

Controleer ook de technische uitrusting in de stallen en de stalsturing (pc). Zorg dat de verwarmingstoestellen goed onderhouden worden. Goed ingestelde ventilatiecurves bepalen mee het energieverbruik.

Hou rekening met een goed stalklimaat, waarbij je de CO₂-concentratie niet uit het oog verliest. Deze brochure geeft je een idee van het CO₂-verloop in de stal. Bij directe verwarmingssystemen komt extra CO₂ in de stal door het opwarmen aan het begin van de ronde. Bij indirecte verwarmingssystemen (cv-heater en deltabuizen) kan de CO₂-concentratie vanaf de tweede week de norm van 3000 ppm overschrijden als het ventilatieniveau te laag is ingesteld. Het beperken van het CO₂-gehalte voorkomt productieverliezen en ziekten.

Als de stalverwarming aan vervanging toe zou zijn, geven we in deze brochure een overzicht van de beschikbare verwarmingssystemen in de pluimveector. De energetische resultaten van de acht demobedrijven die aan het demoproject hebben meegewerkt, zijn opgenomen. De informatie is bedrijfsgebonden maar heel waardevol. Het geeft anderen de kans om een toekomstige aankoop kritisch te overwegen.



Ervaringen van pluimveehouders

In het kader van het demoproject hebben we een aantal bedrijven met nieuwe verwarmingstechnieken bezocht. Hierna volgt een bespreking van vijf verschillende bedrijven met:

- een warmtewisselaar
- een houtkachel
- vloerverwarming
- een biogasinstallatie
- het TerraSea®-systeem.

Warmtewisselaar

Bedrijfssituatie:

- een stal aangesloten op de unit (80 x 14 m)
- twee warmtekanonnen per stal
- lengte- en nokventilatie
- capaciteit warmtewisselaar 11.000 m³/uur
- een jaar ervaring met het systeem.

Aanpassingen die nodig waren om de warmtewisselaar te installeren:

- betonvloer voor de unit gieten naast de stal (ca. 2,7 x 10 meter, midden van stal)
- vier van de elf nokventilatoren werden afgesloten; geconditioneerde lucht kan hoger ingeblazen worden in de stal
- steunventilatoren zorgen voor luchtmenging.

Voordelen:

- brandstofbesparing van 35 à 40 % t.o.v. de andere stal, vooral de eerste dagen
- beter stalklimaat, minder CO₂ en minder stof
- goede temperatuursverdeling (door steunventilatoren)
- installatie bedrijfsklaar na twee dagen
- reinigen van unit kan al bij het uitladen.

Nadelen:

- reinigen van de lamellen: 3-tal uur per ronde
- reinigen soms gevaarlijk; ijsvorming op lamellen bij gebruik van hogedrukreiniger in koude periode
- inlaatlamellen kunnen na plaatsing niet meer stofvrij gemaakt worden
- luchtfilters na twee rondes vervangen.

Prijs: de pluimveehouder heeft voor deze installatie 27.000 euro betaald. Hij heeft daarvan 20 % gerecupereerd met de VLIF-steun voor energiebesparende maatregelen. Er is ook een verhoogde investeringsaftrek van 13 % mogelijk.



Het reinigen van de lamellen tijdens de leegstand is heel belangrijk.

Houtkachel

Bedrijfssituatie:

- vijf bestaande stallen, in totaal 120.000 kuikenplaatsen
- verwarmd met cv-heater (vroeger met warmtekanonnen op propaangas)
- houtkachel met capaciteit van 650 kW
- elke stal heeft een apart circuit met warm water
- geen bijverwarming aanwezig op het bedrijf
- een jaar ervaring met het systeem.

Aanpassingen die nodig waren om de houtkachel te installeren:

- geïsoleerde waterleidingen naar de heaters ingraven (tot 100 m lang)
- voorraadplaats maken naast de stookruimte, om de drie dagen vullen
- stookruimte bouwen die een uur lang brandwerend is (7 x 15 m)
- bunker voorzien naast de stookruimte
- open opslagplaats voor 500 ton houtsnippers (voldoende voor een jaar)
- overcapaciteit geplaatst om nattere houtsnippers te kunnen stoken

Voordelen:

- voordelige prijs van houtsnippers (20 tot 23 euro per ton houtsnippers)
- zeer goed strooisel; goede prijs voor kuikenmest
- goed stalklimaat met cv-heaters
- weinig onderhoud aan kachel; regelmatig smeren van installatie doet de pluimveehouder zelf
- as wordt volautomatisch uit kachel verwijderd (ca. 1 % van de brandstof).



Om de drie dagen wordt de bunker naast de stookruimte gevuld met houtsnippers.

Nadelen:

- zelf contracten met houtleverancier regelen
- lage stookwaarde van houtsnippers
- houtkachel een keer per jaar laten reinigen
- degelijk onderhoudscontract voor houtkachel afsluiten
- vochtgehalte houtsnippers is bepalend voor stookwaarde (best ongeveer 30 %)
- beschikbaarheid en prijs van de houtsnippers moeten gegarandeerd zijn.

Prijs: de totale investering bedroeg zo'n 250.000 euro (juli 2008), inclusief twintig heaters. De houtsnippers geven een financiële besparing van 65 % t.o.v. de vorige brandstof. De pluimveehouder zegt dat de combinatie met heaters wel een hoger energieverbruik veroorzaakt, omdat de houtkachel bijna constant draait om de leidingen op temperatuur te houden. De woning van de eigenaar wordt wel ook verwarmd met de houtkachel. Het reinigen van de houtkachel kost jaarlijks 450 euro.

Vloerverwarming

Bedrijfssituatie:

- twee stallen van elk 1680 m² met vloerverwarming
- in de ene stal wordt die gecombineerd met een warmtekanon, in de andere stal hangen cv-heaters
- tunnelventilatie met een capaciteit van 13,3 m³/pok
- een jaar ervaring met het systeem.

Aanpassingen die nodig waren om het cv-systeem te installeren:

- cv-ketels op aardgas plaatsen (water van 35 à 40 °C)
- vloer van 12 cm beton op een puinlaag van 40 cm leggen
- drie temperatuurvoelers in de betonlaag plaatsen.

Voordelen:

- goede temperatuursverdeling
- vloerverwarming wordt na twee weken uitgeschakeld
- vergelijkbare technische resultaten.

Nadelen:

- hoge investeringskost (16 euro/m², inclusief heaters)
- condensvorming ter hoogte van stalmuren mogelijk (goed isoleren).

Opmerking: bij kuikens van jonge moederdieren wordt een hogere vloertemperatuur ingesteld, 31 i.p.v. 28 °C.

Biogas

Bedrijfssituatie:

- twee stallen met in totaal 45.000 kuikens
- drie cv-heaters per stal, elk een vermogen van 50 kW
- verwarmd met restwarmte van de biogasmotoren (70 tot 90 °C)
- een jaar ervaring met het systeem.

Voordelen:

- hoog rendement van de installatie (90 à 94 % omzetting van de energie)
- hoog gehalte aan methaangas in het biogas (65 à 68 %)
- installatie levert elektriciteit aan eigen gemeente
- het digestaat (restproduct) wordt gedroogd en uitgevoerd
- eigen kippenmest wordt verwerkt.

Nadelen:

- zorgen voor continue aanvoer van mest (voorlopig 25.000 ton)
- verplichting om 20 % landbouwgerelateerde producten te verwerken
- grote financiële investering
- systeem moet altijd opgevolgd worden
- aanvoer van de biomassa moet verzekerd blijven (op termijn 60.000 ton).

Prijs: de aanpassingen aan het verwarmingssysteem in de stallen hebben ongeveer 6500 euro per cv-heater gekost.

Ook op een ander bedrijf draait sinds juni 2008 een biogasinstallatie. Het geproduceerde biogas drijft een WKK-motor (835 kW) aan die elektriciteit produceert, goed voor 2500 gezinnen in de buurt. Met de restwarmte worden onder meer een pluimveestal met 35.000 vleeskuikens en een varkensstal met 350 zeugen verwarmd. De installatie verwerkt op jaarbasis zo'n 27.000 m³ mest. Momenteel vergist de eigenaar de dikke fractie van 10.000 tot 14.000 m³ ruwe mest, samen met 6000 ton maïs en 10.000 ton biomassa van diverse oorsprong. De dikke fractie van het digestaat wordt uitgevoerd naar Frankrijk. Het systeem vraagt veel tijd en aandacht, ook tijdens het weekend.



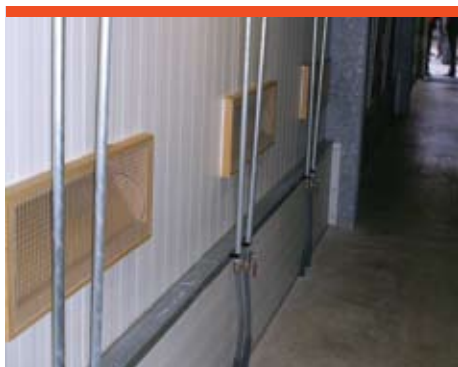
De pluimveestallen worden verwarmd met de restwarmte van de vergistingsinstallatie.

TerraSea®



In de zijgang wordt de buitenlucht voorverwarmd door de warmtewisselaar (groene PVC-buizen).

op minimaal 30 °C aan het begin van de ronde. De warmtepomp van de vloerverwarming kan in de zomer ook koelen door de lage temperatuur van het grondwater (ca. 10 °C). Daarbij mag de watertemperatuur niet te laag ingesteld worden. Anders kunnen problemen ontstaan door condensvorming en nat strooisel.

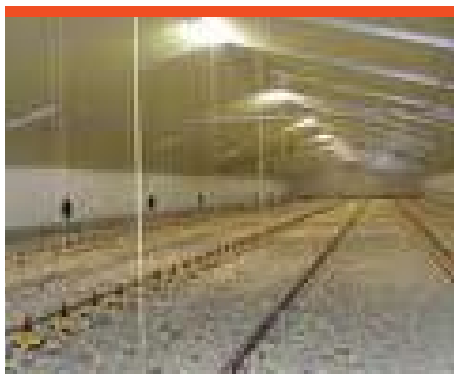


De eigenlijke inlaatventielen zitten op 80 cm hoogte.

De inlaatventielen bevinden zich op ca. 80 cm hoogte in de ene zijgevel. In de andere zijgevel zijn, ook op 80 cm hoogte, een aantal ventilatoren aangebracht die de stallucht afzuigen. De warmtewisselaar die de buitenlucht voorverwarmt (watertemperatuur van 38 °C), bestaat uit een buizensysteem in pvc dat in de lengte kan uitzetten. De af te voeren lucht wordt gezuiverd in een biologische luchtwasser. In de waterbak van de luchtwasser zit een warmtewisselaar om warmte te recupereren. De overtollige warmte wordt opgeslagen in een warmtebed in de grond (waterslangen op vier meter diepte) of met twee bronnen op dertig meter diepte (één warme boring

en 100 m verder één koude boring, met een inwendige diameter van 20 cm en een uitwendige van 40 cm). Het warmtebed bevindt zich op een landbouwperceel achter de stal en is voorzien van 15 km leidingen, die met een drainagegraver gelegd werden.

In de nieuwe stallen zitten 30.000 kuikens per stal (82 x 20 m). Op het bedrijf wordt alles op dezelfde datum opgezet. Bij de opzet wordt de stal enkele dagen opgewarmd met de vloerverwarming (38 °C), met een snelheid van 0,5 °C per uur. De streeftemperatuur in de stal bedraagt bij opzet 34 °C. Na tien tot veertien dagen wordt de vloerverwarming uitgeschakeld. Daarna haalt het systeem de warmte uit de vloer weg en wordt het warme water in de grond opgeslagen. De temperatuur mag daarbij niet onder de 30 °C dalen, anders is condensvorming mogelijk. Omgekeerd pompt het systeem in de zomer koud water op om de stal te koelen. Het grondwater circuleert in een gesloten circuit en wordt niet gebruikt.



De stal met dwarsventilatie: links de ventilatoren die de stallucht afzuigen naar de zijgang.

Voordelen:

- minder ventilatiecapaciteit nodig (eenderde t.o.v. de klassieke stal)
- lage verwarmingskosten, besparing van 60 % volgens de leverancier
- goede opstart kuikens, goede doorgroei op het einde
- betere kwaliteit van de kuikens, minder voetzoolaantastingen
- lage luchtsnelheid over de kuikens, goed stalklimaat op dierniveau, geen tochtproblemen dankzij de voorgeconditioneerde lucht
- laag medicijnverbruik
- droog strooisel, lage NH₃-waarden
- lagere voederconversie (ca. 6 punten); er kan meer tarwe in het voeder
- geen directe verbranding in stal, lage CO₂
- koeling is mogelijk: in de zomer en winter hetzelfde aantal kuikens opzetten.

Nadelen:

- hoge investeringskost
- moeilijker toepasbaar in een bestaande stal
- extra oppervlakte nodig voor het warmtebed en twee gangen
- systeem met veel technische aspecten
- elektrisch meerverbruik door de warmtepompen.

Prijs: het totale systeem (incl. voorconditionering, warmtepomp, luchtwassers en vloerverwarming) kost 6 euro per kuiken meer t.o.v. een klassieke stal (kost voor een klassieke stal: ca 12,5 euro per kuiken).

Bijlage: preventieclausule van een brandverzekering



Een aantal verzekeringsmaatschappijen heeft preventieclausules in de polis opgenomen, die nageleefd moeten worden. Vanaf een verzekerd kapitaal van 250.000 euro wordt ook rekening gehouden met het constructiemateriaal en de aard van de verwarming. Hieronder vind je een voorbeeld van zo'n clausule:

“Gebruik direct gestookte heteluchtkanonnen in pluimveehouderij

Het heteluchtkanon wordt opgesteld zoals omschreven in de installatievoorschriften van de fabrikant. Wanneer die voorschriften niet voorhanden zijn, dan worden de volgende afstanden gerespecteerd:

- de afstand tussen de vloer en de onderzijde van het heteluchtkanon bedraagt minimaal 1 m;
- het heteluchtkanon is minstens 1,5 m verwijderd van de muur als die brandbare materialen bevat;
- de bovenzijde van het toestel is minstens 1,5 m verwijderd van het plafond.

Het heteluchtkanon wordt ofwel opgesteld op een metalen frame, ofwel opgehangen.

Het hang- en verankeringswerk van heteluchtkanonnen die worden opgehangen voldoet aan de volgende vereisten:

- het is minimaal 5 mm dik en bestaat uit roestvrij materiaal;
- het heeft 4 ophangpunten;
- zodra het hang- en verankeringswerk enig teken van corrosie vertoont, wordt het vervangen.

Wanneer de brandstof vanuit een tank naast de stal wordt aangevoerd, dan is er op de brandstofleiding aan de buitenzijde van de stal een afsluitkraan en een antihevelventiel aanwezig. De brandstofleidingen in de stal bestaan uit onbrandbaar materiaal.

De heteluchtkanonnen worden na iedere productiecycclus grondig gereinigd. Hiervoor wordt de handleiding gevolgd die bij het verwarmingstoestel is geleverd.

Het toestel wordt uit de stal verwijderd of in ieder geval zorgvuldig afgedekt, wanneer de stal gereinigd wordt en tijdens het hakselen van het stro. Een afgedekt toestel mag niet kunnen starten.

Het toestel wordt jaarlijks onderhouden door een installateur van heteluchtkanonnen. Het onderhoud kan men aantonen aan de hand van facturen.”

Literatuur

Internet

www.proefbedrijf.be
www.Wesselmann.nl: cv-heater
www.agro.priva.nl: warmtekanonnen
www.hollandheater.nl: warmtekanonnen
www.ermaf.nl: warmtekanonnen
www.Schwank-gmbh.de: donkerstralers
www.pal-anlagebau.de: donkerstralers
www.doepik.de: houtkachels
www.ottilien.de: houtkachels
www.linka.dk: houtkachels
www.binder-gmbh.at: houtkachels
www.biogas-e.be: biogasinstallaties
www.inno-plus.nl: TerraSea®
www.ilvo.vlaanderen.be: energieteelten voor bio-energieproductie
www.vlarem.be: emissienormen stookinstallaties
www.vsi.be: stalinrichting
www.kolstersagro.nl: warmtewisselaars

Boeken en rapporten

1. Animal Sciences Group, (2004) handboek voor pluimveehouderij. Lelystad: ASG
2. Animal Sciences Group, (2008) energiebesparing met alternatieve verwarmings-systemen in de vleeskuikenhouderij rapport 130
3. Animal Sciences Group, (2008) CO₂- neutrale stallen rapport 127
4. Animal Sciences Group, (2008) exploitatiekosten ammoniakemissiearme syste-men vleeskuikenhouderij rapport 128

5. CIGR rapport, (2002) Climatisation of animal houses (Pedersen en Sällvik)
6. Projectbrochure (2003) mestvergistingsinstallatie PC Sterksel

Artikels

1. Gezondheid van onderaf: pluimveehouderij 38^e jaargang augustus 08
2. Vloerverwarming bij vleeskuikens: pluimveehouderij 38^e jaargang sept 08
3. Dubbel voordeel: pluimveehouderij 38^e jaargang februari 2008
4. Vleeskuikensector in actie tegen klimaatverandering: Pluimvee –juni 2008
5. Stoken kan nog wel wat zuiniger: pluimveehouderij 38^e jaargang juli 08
6. Pluimveehouder JP Boeye wordt een beetje energieboer: pluimvee juli/aug 2008
7. Energie in de praktijk: boer & tuinder 10 juli 2009
8. Biogasinstallatie in hart West-Vlaanderen voorziet 2500 gezinnen van groene stroom: landbouwleven 10 april 2009
9. Zuinige warmtewisselaar weet van wanten: pluimveehouderij 37^e jaargang 17 maart 2007
10. Kleinschalige hout-en Miscanthusverbranding: landbouwleven 27 maart 2009
11. Het zonnetje in de stal: pluimveehouderij 37^e jaargang oktober 2007 p 37
12. Verwarming vleeskuikens levert enorme besparing op: plattelandspost februari 2007 nr 2
13. Energieversorgung in Geflügel- und Schweineställen KTBL-Schrift 445 Osnabrück
14. Investeren in isolatie bespaart energie: Landbouw&Techniek 16, 19/09/2008
15. The ins and outs of poultry house insulation: World Poultry vol 22 no 3 2006
16. Besparen kan op veel punten: Boerderij 94 no 40 (7 juli 2009)
17. Emissienormen stookinstallaties: Boer&Tuinder, 26 september 2008

Colofon

Uitgevers:

BB-Consult vzw
Diestsevest 40
3000 Leuven
Tel. 016/28.60.44
Fax 016/28.60.49
Internet: www.boerenbond.be

Provincie Antwerpen
GPB Proefbedrijf voor de Veehouderij
Poiel 77
2440 Geel
Tel. 014/56.28.70
Fax 014/56.28.71
Internet: www.proefbedrijf.be
E-mail: info@proefbedrijf.provant.be

Aansprakelijkheid

GPB Proefbedrijf voor de Veehouderij en BB-Consult zijn niet aansprakelijk voor eventuele schade die voortvloeit uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of deze adviezen.

Losse brochures zijn te verkrijgen via de website van het Proefbedrijf voor de Veehouderij of na telefonische aanvraag.

D/2010/0180/9

ISBN:

Dankwoord

Aan het project hebben acht bedrijven meegewerkt. Ik wil de pluimveehouders en hun echtgenotes danken voor hun deelname aan het project. Zonder jullie tijd en jullie inzet om telkens weer de papieren in te vullen met heel veel cijfermateriaal, kon ik onmogelijk deze brochure schrijven. Bedankt! Ik wil ook Rosette en Patrick bedanken voor het openstellen van hun bedrijf voor bijkomende metingen.

In het kader van het project heb ik ook verschillende andere bedrijven met nieuwe verwarmingstechnieken bezocht; bedankt voor jullie gastvrijheid en medewerking!

Ing. Jenny Löffel

Proefbedrijf voor de Veehouderij



vragen of opmerkingen?

neem contact met ons op via
www.proefbedrijf.be,
stuur ons een mailtje of bel ons.
Contactgegevens vind je op p. 46.

Het ADLO-demonstratieproject 'CO₂-reductie in de vleeskui-
kenhouderij door een optimale verwarming van stallen' werd
mogelijk gemaakt met financiële steun van:

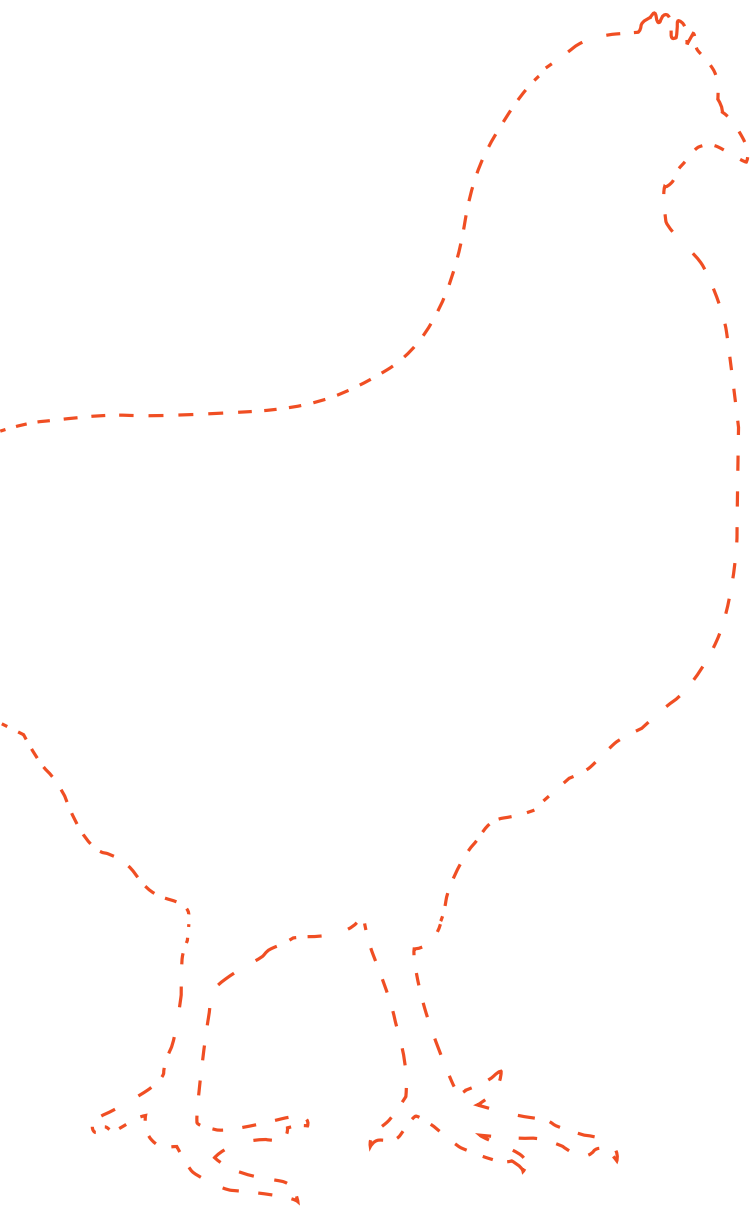


De Europese Unie



Departement Landbouw
en Visserij van de Vlaamse
Overheid





V.U.: Danny Toelen, provinciegriffier | Koningin Elisabethlei 22 | 2018 Antwerpen



PROVINCIE
ANTWERPEN

Departement Welzijn, Economie en Plattelandsbeleid
Proefbedrijf voor de Veehouderij
Poel 77 | 2440 Geel
T 014 56 28 70 | F 014 56 28 71
www.proefbedrijf.be | info@proefbedrijf.provant.be

