

Code van goede praktijk voor het energie-efficiënt gebruik van mechanische ventilatie in de intensieve veehouderij.

## Inhoudstafel

<b>Inhoudstafel</b> .....	<b>ii</b>
<b>Woord vooraf</b> .....	<b>iii</b>
<b>1. Begrippenlijst</b> .....	<b>1</b>
1.1. Begrippenlijst met betrekking tot de stal.....	1
1.2. Begrippen met betrekking tot elektriciteit.....	2
<b>2. Inleiding</b> .....	<b>3</b>
2.1. Waarom ventileren?.....	3
2.2. Ventileren: wat kost het? .....	4
2.3. Waarom kost ventileren geld? .....	4
2.4. Ventileren: welke systemen en technieken zijn er op de markt? .....	6
2.4.1. Ventilatiesystemen.....	6
2.4.2. Type ventilatoren .....	11
2.4.3. Ventilatorsturing .....	13
2.4.4. Inregeling van de ventilator .....	14
<b>3. Energieverbruik voor ventilatie zichtbaar maken: Praktijkbevindingen en Rekenmodule</b> .....	<b>16</b>
3.1. Praktijkbevindingen uit meetcampagnes.....	23
3.1.1. Meetprincipes voor de korte meetcampagnes .....	23
3.1.2. Meetprincipes voor de lange meetcampagnes.....	23
3.1.3. Meetresultaten.....	23
3.2. Rekenmodule voor energiebesparing .....	52
3.2.1. Hoe bereken je de verwachte ventilatiekost?.....	55
3.2.2. Hoe besparingen doorrekenen?.....	56
<b>4. Energiebesparende maatregelen: een overzicht. Hoe het moet, en hoe het niet moet.</b> .....	<b>58</b>
4.1. De keuze van de ventilator .....	58
4.2. De inregeling van de klimaatcomputer of ook: de instelling van de ventilatorsturing.....	64
4.3. Onderhoud van de ventilator en het ventilatiesysteem .....	67
4.4. Aandachtspunten bij nieuwbouw of renovatie.....	71
<b>5. Ook dat nog</b> .....	<b>72</b>
<b>6. Conclusies en aanbevelingen</b> .....	<b>73</b>
<b>Dankwoord</b> .....	<b>74</b>
<b>Referenties</b> .....	<b>74</b>
<b>Contact</b> .....	<b>74</b>

## Woord vooraf

In het streven naar een optimaal bedrijfsrendement is kostenbesparing in alle omstandigheden essentieel. In de sector van de intensieve veehouderij is dit niet anders. Één van de grote kostenposten is de mechanische ventilatie. In vele gevallen kan het ventileren met een lager energieverbruik en dus tegen een lagere kostprijs gebeuren. Energiebesparing is bovendien een belangrijke doelstelling, niet alleen op bedrijfsniveau, maar ook op sector- en regionaal niveau in het kader van de milieudoelstellingen. We moeten immers tegen 2020 20% van de aangewende energie besparen en de gebruikte energie 20% efficiënter inzetten.

Ventilatie is goed voor de helft van het elektrisch energieverbruik in de intensieve veehouderij. Naast het veevoeder vormt de ventilatie bovendien een aanzienlijke kostenpost, met dat verschil dat de landbouwer in de meeste gevallen nog gevoelig kan besparen –wat veel moeilijker het geval is bij het voeder. Er bestaan verschillende mogelijkheden om energiezuiniger te ventileren, maar de toepassing ervan in de praktijk kan nog gevoelig toenemen. De praktijkcentra en het Innovatiesteunpunt voor Land- en Tuinbouw stelden vast dat de kennis over de mogelijkheden nog onvoldoende aanwezig is bij de landbouwer. Om die reden werd in 2008 een demoproject ingediend dat hieraan tegemoet moest komen door een antwoord te bieden op de vraag "**Welke besparingen zijn er mogelijk op bestaande bedrijven om de energiekost voor ventilatie te verlagen en tegelijkertijd minder (fossiele) energie te verbruiken?**"

Deze code is de concrete, laagdrempelige uitwerking hiervan en de neerslag van een twee jaar durend demonstratieproject (juli 2009 - oktober 2011) getiteld 'Code van goede praktijk voor het energie-efficiënt gebruik van mechanische ventilatie in de intensieve veehouderij' dat mogelijk was dankzij de financiële steun van de Afdeling Duurzame Landbouwwontwikkeling (ADLO) van de Vlaamse overheid. Het project werd hoofdzakelijk uitgevoerd door het Instituut voor Landbouw en Visserijonderzoek (ILVO) in samenwerking met het Proefbedrijf Pluimveehouderij, het Innovatiesteunpunt voor Land- en Tuinbouw van de Boerenbond, en Inagro (voorheen Proefcentrum voor Innovatie, Verbreding en Advies in de Landbouw en Veehouderij, PIVAL) –tevens projectaanvrager.

Deze code is als volgt opgebouwd: we starten met een korte begrippenlijst om een aantal sleutelwoorden met betrekking tot de stal en de elektriciteit te definiëren of beknopt uit te leggen (hoofdstuk 1). In een eerstvolgend hoofdstuk wordt uitgelegd waarom ventileren geld kost en komen alle belangrijke begrippen met betrekking tot ventilatie aan bod (hoofdstuk 2). Het derde hoofdstuk stelt de resultaten van de praktijkmetingen voor die werden uitgevoerd door de projectmedewerkers om de mogelijke energiebesparing te becijferen en het jaarverbruik van een aantal typebedrijven in kaart te brengen. Er werd ook een rekenmodule voor de veehouder ontwikkeld om een inschatting te kunnen maken van het effect van bepaalde maatregelen (hoofdstuk 3). De kennis uit de praktijkmetingen wordt in een volgend hoofdstuk aangevuld met energiebesparende maatregelen die beschreven zijn in de vakliteratuur (hoofdstuk 4). Een kort vijfde hoofdstuk zet de lezer op weg om nog meer energie te besparen door te verwijzen naar andere studies of informatiekanalen met betrekking tot energiezuinig ondernemen (hoofdstuk 5). Het afsluitend hoofdstuk formuleert de algemene conclusies en aanbevelingen die voortvloeien uit deze studie (hoofdstuk 6).

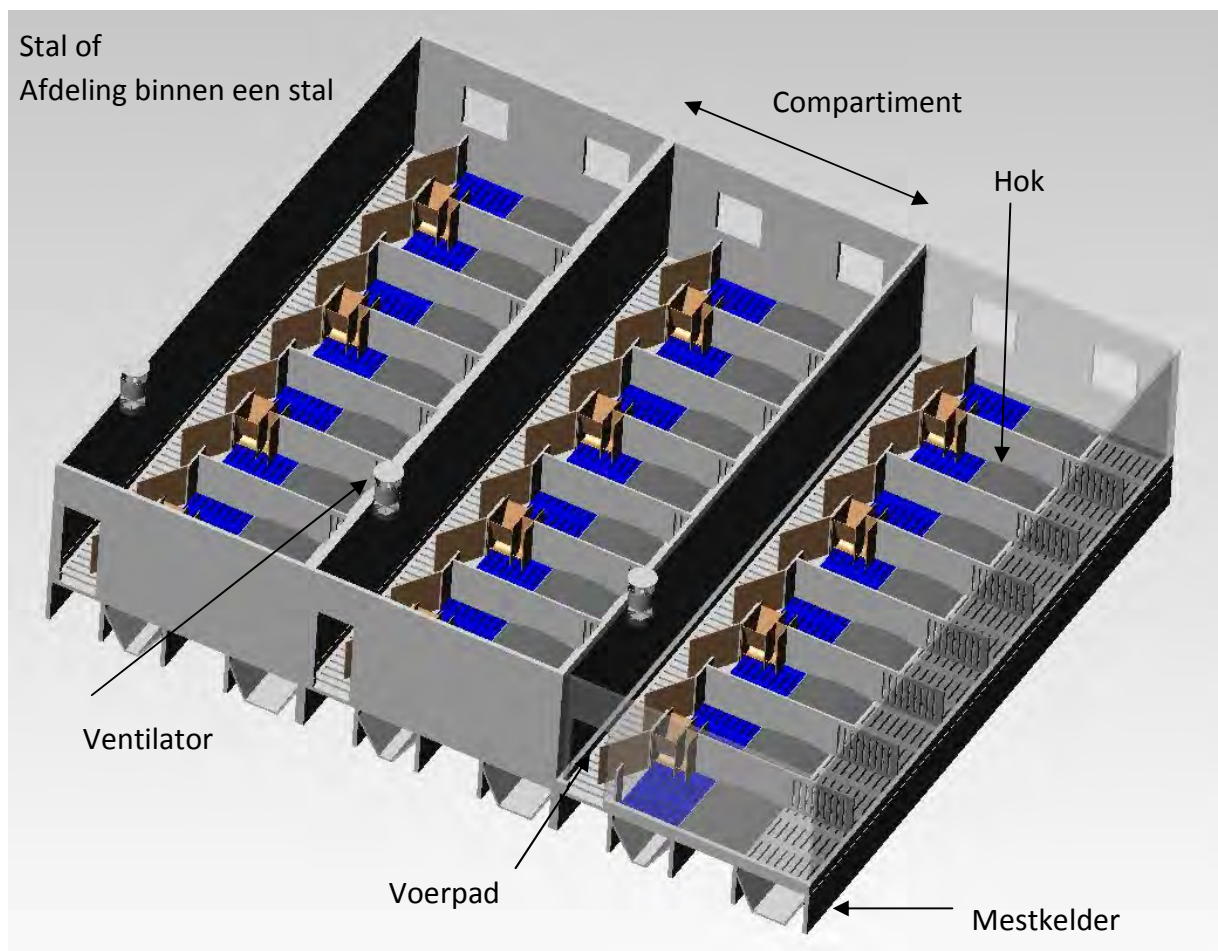
We wensen ieder een leerrijke lezing toe, en we hopen dat een aantal van de aanbevelingen ook effectief van nut zijn voor uw bedrijf!



## 1. Begrippenlijst

Wanneer we in deze code spreken over 'de stal', 'het hok', 'effectief vermogen' enzovoort, is het belangrijk dat deze begrippen geen twijfel zaaien en dat er geen cursus elektriciteit moet bovengehaald worden. Daarom starten we met een korte paragraaf die een aantal basisbegrippen uitlegt of illustreert. Er zijn twee categorieën van basisbegrippen, één met betrekking tot de stal en één met betrekking tot elektriciteit.

### 1.1. Begrippenlijst met betrekking tot de stal



*Figuur 1. Een typische varkensstal of afdeling binnen een stal met compartimenten en hokken.*

Op Figuur 1 is een varkensstal of een specifieke afdeling (bv. biggenafdeling) weergegeven met daarop de verschillende begrippen aangeduid die in deze code aan bod komen. Als er over een compartiment wordt gesproken, dan wordt hiermee een afgescheiden ruimte bedoeld waarin verschillende hokken zijn ondergebracht die uitgiven op een voerpad. In een compartiment is minstens 1 ventilator of een diafragma (in geval van centrale afzuiging) aanwezig. Een varkensstal bestaat soms uit verschillende afdelingen en doorgaans uit meerdere compartimenten. Bij de pluimveehouderij is de stal meestal niet opgedeeld in compartimenten.

## 1.2. Begrippen met betrekking tot elektriciteit

In een elektrisch netwerk heb je een stroombron en één of meerdere belastingen of verbruikers. Belastingen zijn aanwezige condensatoren, spoelen, en andere elektrische componenten die doorgaans zijn ingebouwd in de elektrische toestellen aangesloten op het net (en aanwezig in het netwerk). Iedere belasting is een verbruiker op zich: zij 'verbruiken' elektriciteit. Belastingen bepalen hoe de stroom en de spanning ten opzichte van elkaar bewegen: hoever loopt de stroom vooruit op de spanning of omgekeerd. Typische verbruikers in de stal zijn de ventilatoren, de voederrobot, en de verlichting.

Wanneer we spreken over het opmeten van stroomverbruik, zijn veelgebruikte termen: actief, schijnbaar, en reactief vermogen en cosinus phi (spreek uit: 'fie') of arbeidsfactor. Deze termen worden hier kort toegelicht.

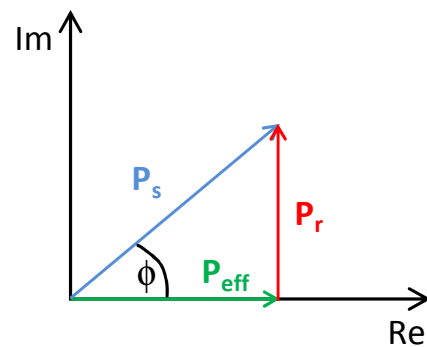
**Vermogen** ( $P$ ) uitgedrukt in Watt (W): dit is de hoeveelheid energie per tijdseenheid (J/s) die geleverd kan worden (bv. aan een motor). Het vermogen is het product van spanning en stroom.

**Actief of effectief vermogen** ( $P_{\text{eff}}$ ) uitgedrukt in Watt (W): dit is het vermogen dat effectief geleverd wordt aan de belasting, bv. aan de ventilator. Het is het vermogen dat door de verbruiker betaald wordt.

**Reactief vermogen** ( $P_r$ ) uitgedrukt in Volt-Ampère Reactief (Var): dit is het vermogen dat in de elektrische installatie verloren gaat, voornamelijk onder de vorm van warmte. Dit deel van de energie dat wel onttrokken wordt aan het elektriciteitsnet, wordt niet aangerekend aan de verbruiker. Er zijn wel beperkingen in toegestane grootte, relatief t.o.v. het totale stroomverbruik.

**Schijnbaar vermogen** ( $P_s$ ) uitgedrukt in Volt-Ampère (VA): dit is de vectoriële som van het actief vermogen en het reactief vermogen. Het is de hoeveelheid energie die werkelijk doorheen een toestel of installatie stroomt, m.a.w. de werkelijk opgenomen energie uit het net. Het omvat bruikbare energie en verliezen doorheen het systeem. Het schijnbaar vermogen is van belang voor ingenieurs bij het ontwerp van elektrische installaties omdat ook de 'verlies' stroom die geen energie levert aan de belasting maar enkel de draden opwarmt, doorheen het systeem moet kunnen vloeien zonder deze te beschadigen.

**Cosinus phi** ( $\cos \varphi$ ) of ook de **arbeidsfactor** (PF), dimensieloos (-): dit is de fase van de spanning relatief t.o.v. de stroom, ook faseverschuiving genoemd. Het drukt uit hoe de stroom en de spanning ten opzichte van elkaar bewegen. De arbeidsfactor bepaalt in zekere zin hoe energie-efficiënt het systeem is. De waarde van de arbeidsfactor varieert van 0 tot 1. Een grote arbeidsfactor van nagenoeg 1 wijst op een systeem waarbij praktisch alle gevraagde energie ook effectief nuttig gebruikt wordt. Streefwaarden zijn 0.9 of hoger.



## 2. Inleiding

Het ventileren van varkens- en pluimveestallen gebeurt bijna uitsluitend op mechanische wijze. Mechanische ventilatie laat toe om heel gecontroleerd de benodigde hoeveelheid verse lucht in de stal binnen te brengen en de overtollige warmte en (door de ademhaling of warmtekanon) geproduceerde CO<sub>2</sub> en vocht af te voeren. Gecontroleerd wil zeggen: aangepast aan de groeicurve van de dieren, rekening houdend met het binnen- en buitenklimaat (bv. de temperatuur van de buitenlucht) en zonder tocht te veroorzaken. Dit systeem heeft heel wat voordelen, maar is tegelijkertijd duur omwille van de energie die nodig is om de ventilatoren te doen werken.

In het kader van een economisch verantwoorde bedrijfsvoering, maar ook en vooral in het kader van duurzame bedrijfsvoering, is het belangrijk dat er zo zuinig mogelijk wordt omgesprongen met mechanische ventilatie. Er zijn heel wat inspanningen –kleine en grote- die hiertoe kunnen bijdragen, alleen zijn ze niet allemaal gekend bij het grote publiek. Het is daarom dat deze code werd opgesteld.

### 2.1. Waarom ventileren?

De binnenlucht in de stal moet, net als die in huis, regelmatig verversed worden. Hierbij wordt rekening gehouden met de leeftijd en bezettingsgraad van de dieren, maar ook met de gewenste temperatuur. Op basis daarvan worden o.a. de minimum en maximum ventilatiebehoefden of ook de groeicurve ingesteld op de klimaatcomputer van de stal. Deze computer stuurt de ventilatoren aan om een correcte luchtverversing te garanderen.

Terwijl verse lucht wordt aangevoerd, wordt de gebruikte stallucht afgevoerd. Deze lucht bevat naast koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>) en waterdamp ook, onder andere, ammoniak, methaan, geur en stof. Onderzoek heeft daarenboven al ziekten en problemen in verband gebracht met gebrekkige ventilatie zoals ademhalingsaandoeningen, verminderde voederopname en oor- en staartbijten (varkens). Een goede ventilatie is dus absoluut noodzakelijk voor een gezond binnenklimaat en is aangenamer voor dier én landbouwer. Zowel diercomfort, welzijn, als productiviteit zijn gebaat bij correcte ventilatie.

#### ***Wat zit er in de stallucht?***



*In het ideale geval zou de samenstelling van de stallucht deze van de buitenlucht moeten benaderen. In realiteit is dit onmogelijk door de continue productie van stalgassen, warmte en vocht. Stalgassen die veel voorkomen, zijn koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>) en ammoniak (NH<sub>3</sub>). In (zeer) geringe mate kan er methaan (CH<sub>4</sub>) en distikstofoxide of lachgas (N<sub>2</sub>O) geproduceerd worden. Het ene gas is schadelijker dan het andere. Vooral verhoogde ammoniakconcentraties zijn gevaarlijk voor mens en dier. Ook een teveel aan rondzwevend fijn stof brengt de gezondheid van mens en dier in gevaar.*

## 2.2. Ventileren: wat kost het?

De jaarlijkse energiekost voor mechanische ventilatie bedraagt voor vleesvarkens  $\pm 24$  kWu/dierplaats (Innovatiesteunpunt, energiescans) en voor legkippen ongeveer 3.5 kWu/dierplaats. Met gemiddeld 2.8 à 2.9 mest rondes per jaar komt dit neer op 8.3 à 8.6 kWu/afgemest vleesvarken. Op basis van deze cijfers is mechanische ventilatie verantwoordelijk voor 25% (legkippen) tot 50-75% (vermeerdering-vleesvarkens) van het totale elektrische energieverbruik op het bedrijf. Ventilatie is bijgevolg een belangrijke kostenpost.

Veruit het grootste deel van de onkosten in de intensieve veehouderij gaan naar het veevoeder, maar op die kost kan moeilijk bespaard worden. Ventilatie daarentegen kan in veel gevallen zuiniger en dus goedkoper. Besparen kan zowel door veranderingen in het gebruik van de ventilator en de klimaatcomputer, door kleine aanpassingen aan bestaande systemen, als door investeringen in nieuwe ventilatoren en/of ventilatorsturing, die zich snel terugbetalen.

## 2.3. Waarom kost ventileren geld?

Het elektrisch verbruik van de ventilator, en bijgevolg de ventilatiekost, hangt af van het rendement van de ventilator, het toerental of de te ventileren luchthoeveelheid, de correcte inregeling van de ventilator en het drukverlies of de drukval over het systeem. De drukval over het systeem is een moeilijk maar belangrijk begrip en verdient de nodige aandacht. Het is een maat voor de weerstand die de luchtstroom ondervindt en hangt vooral af van de luchtsnelheid en van de afgelegde afstand, snelheidsveranderingen, en obstakels onderweg. Hoe groter de drukval of stromingsweerstand, hoe groter het elektrisch verbruik of de kost om eenzelfde hoeveelheid lucht te ventileren. Met andere woorden: het verplaatsen van grote hoeveelheden lucht met een hoge weerstand doen de kosten oplopen.



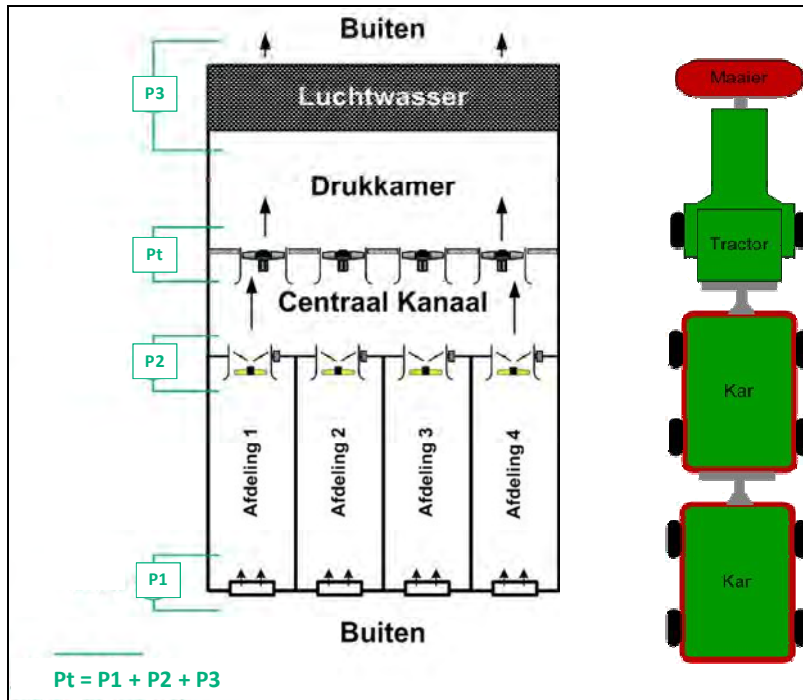
Met 'het systeem' wordt verwezen naar het volledige traject vanaf de luchtinlaat tot de uiteindelijke luchtuitlaat. Voor centrale afzuiging met luchtwasser bij voorbeeld, betekent dit het traject van aan de luchtinlaat tot en met de uitlaat van de luchtwasser. Het is belangrijk dat de stromingsweerstand tot een minimum beperkt wordt. Lange luchtkanalen, luchtkanalen met ruwe wanden, de aanwezigheid van nauwe openingen waardoor de lucht moet stromen (bv. bij

plafondventilatie), verandering van stromingsrichting (bv. een luchtinlaat- of luchtuitlaatkanaal met een bocht van 90°), plotse veranderingen in de doorstroomoppervlakte (bv. een plotse vernauwing van het luchtkanaal), de aanwezigheid van kleppen of schuifopeningen geven allemaal aanleiding tot een verhoogde stromingsweerstand en dus een verhoogd elektrisch verbruik.

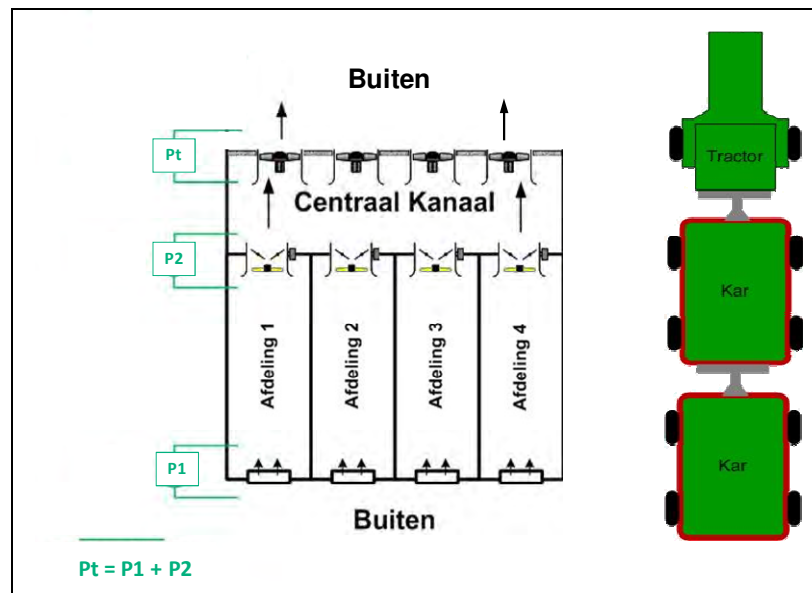
In de volgende figuur (Figuur 2) wordt dit begrip geïllustreerd aan de hand van een vergelijking tussen een stal met centrale afzuiging met (a) of zonder (b) een luchtwasser enerzijds, en een tractor die een last trekt, anderzijds.

We merken op dat de hoeveelheid geventileerde lucht het gezonde binnenklimaat bepaalt. Hierop kan dan ook zelden 'bespaard' worden, tenzij er overmatig geventileerd wordt. Meer nog, het is zelfs gevaarlijk de te ventileren luchthoeveelheid ondoordacht te veranderen.





Figuur 2 a.



Figuur 2 b.

Figuur 2 a en b. (Bron: StienenBE). Illustratie van het begrip drukval als maat voor de stromingsweerstand van een stalsysteem. De totale stromingsweerstand of drukval is aangeduid als  $P_t$  (totale statische drukverschil) en is uitgedrukt in Pascal. Links zie je schematisch het stalsysteem met achtereenvolgens het statische drukverschil of de drukval over de luchtinlaat ( $P_1$ ), de regelenheid (smoorunit) van het compartiment ( $P_2$ ), en het waspakket van de luchtwasser ( $P_3$ ). Rechts zie je de overeenkomstige weerstand of last indien het systeem wordt voorgesteld als een tractor die een last trekt. De motor van de tractor is gelijk aan de ventilator(s) voor centrale afzuiging: hij trekt het hele systeem op gang en houdt het in beweging. De karren en de maaijer staan symbool voor de stromingsweerstand over de luchtinlaat en de regelenheden. Hoe zwaarder de last dus hoe hoger de stromingsweerstand, hoe harder de motor zal moeten werken en hoe meer energie (en elektriciteit) dat kost.

## 2.4. Ventileren: welke systemen en technieken zijn er op de markt?

We maken onderscheid tussen stalventilatiesystemen, types ventilatoren, en types ventilatorsturingen.

### 2.4.1. Ventilatiesystemen

Er zijn verschillende ventilatiesystemen in gebruik. In de pluimveehouderij onderscheidt men lengte- (of eindgevel-), dwars-, tunnel-, en nokventilatie of een combinatie ervan met luchtinlaatkleppen of ventielen. Steeds meer wordt ook plafondventilatie geplaatst. In de varkenshouderij is de variatie groter. Zo is er deur- (d.i. voergang-), klep-, plafond-, buis- (d.i. het frisse-neuzensysteem, enkel in de kraamafdeling), ventiel-, combi- en grondkanaalventilatie. Deze systemen onderscheiden zich onderling in de manier waarop verse buitenlucht in de stal wordt gebracht. Elk van deze systemen is uitvoerig gedocumenteerd in de brochure 'Ventilatie en klimaatbeheersing bij varkensstallen' (ADLO, 2009).

Tussen de ventilatiesystemen bestaat een groot verschil in drukopbouw in de stal of luchtweerstand die de ventilator moet overwinnen om verse buitenlucht binnen te trekken en weer af te voeren. Deze drukopbouw is gelijk aan de drukval over het systeem en wordt soms ook tegendruk genoemd (zie 2.3). De drukval is gelijk aan het verschil in (statische) luchtdruk buiten (vóór de luchtinlaat) en binnen in de stal, net vóór de ventilator. De ronddraaiende ventilatorschoepen creëren immers een onderdruk zodat de lucht kan stromen van hoge druk (buiten) naar lage druk (ventilatormond).

De luchtweerstand is het grootst bij plafondventilatie. In vergelijking met bv. ventielventilatie moet eenzelfde ventilator een hoger toerental draaien om dezelfde hoeveelheid lucht te verplaatsen. Het elektrisch verbruik is navenant. De variatie aan drukopbouw in de stal is bij gangbare ventilatiesystemen in de pluimveehouderij klein en doorgaans is de luchtweerstand gering. Tabel 1 (varkenshouderij) en Tabel 2 (pluimveehouderij) rangschikken de meest gebruikelijke systemen volgens oplopende drukopbouw en dus elektrisch verbruik.



Zoals eerder vermeld verschillen bestaande ventilatiesystemen voornamelijk in de manier waarop de lucht in de stal getrokken wordt, de zogenaamde luchtinlaat. Er zijn systemen met directe luchtinlaat –al dan niet afgeschermd van windinvloeden- en indirecte luchtinlaat, b.v. via een centrale gang of

een vals plafond. Ingeval van indirecte luchtinlaat is bijkomend een voorbehandeling van de lucht mogelijk. Dit kan door gebruik te maken van een warmtewisselaar, maar evengoed door spontane warmte-uitwisseling met de omgeving. De voorconditionering van de lucht heeft een belangrijke impact op het totale energieverbruik voor stalverwarming en verluchting. Bij grondkanaalventilatie bv. is de inlaatlucht beduidend frisser in de zomer, waardoor er minder geventileerd moet worden in vergelijking met andere systemen. Voorbeelden van directe inlaatsystemen zijn klep en ventielventilatie. Voorbeelden van indirecte inlaatsystemen zijn klep-, deur-, kanaal-, plafond, combi- en buisventilatie.

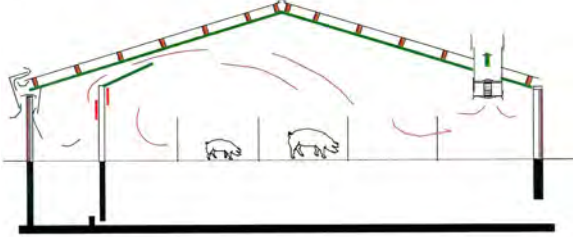
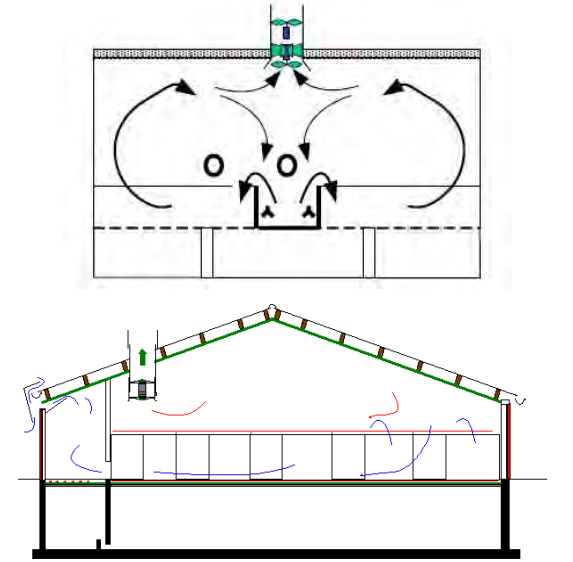
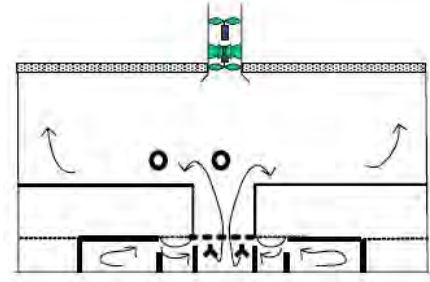
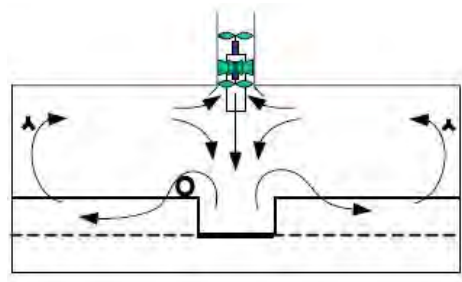
Ook in de manier waarop de lucht uit de stal getrokken wordt, de zogenaamde luchtafzuiging, zijn er grote verschillen. De afzuiging van lucht kan decentraal gebeuren, waarbij elke afdeling rechtstreeks naar de buitenlucht ventileert, of ook centraal. Hierbij is er één emissiepunt, en wordt de lucht van verschillende compartimenten eerst verzameld in een centraal afzuigkanaal. Ter hoogte van de compartimenten zijn regeleenheden of smoorunits geïnstalleerd die de juiste hoeveelheid lucht bijregelen naargelang de vraag in dat compartiment. Vaak wordt centrale afzuiging gecombineerd met een luchtbehandeling zoals het ammoniakvrij maken (wassen) van de stallucht d.m.v. een chemische of biologische luchtwasser. Recent vindt ook het ontgeuren van de stallucht d.m.v. een biobed stilaan ingang. De aanwezigheid van een luchtwasser of biobed aan het einde van de centrale afzuiging betekent een verhoogde ventilatieweerstand en bijgevolg een groter energieverbruik.

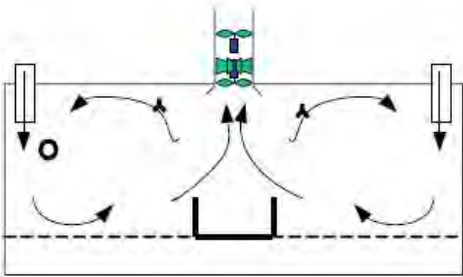
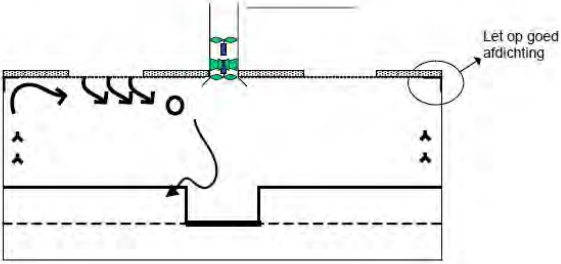

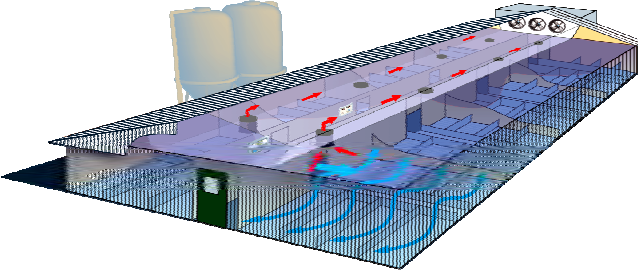
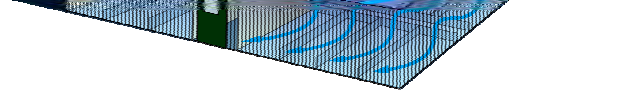


De meest gangbare ventilatiesystemen in Vlaanderen zijn combiventilatie, waarbij de lucht via het plafond op het voerpad komt, kanaalventilatie, waarbij de lucht doorheen een grondkanaal onder de roostervloer de stal binnenvloeit, en ventielventilatie, waarbij de lucht rechtstreeks van buiten via een ventiel in de muur het compartiment binnenstroomt. Deurventilatie komt ook nog voor, maar in mindere mate. Een volledig overzicht van alle gangbare systemen is terug te vinden op de website van het Klimaatplatform voor de varkenshouderij en de pluimveehouderij (Wageningen).






Tabel 1. Gangbare ventilatiesystemen in de varkenshouderij gerangschikt volgens toenemende drukopbouw in de stal.

<b>VENTILATIESYSTEEM</b> <b>DECENTRALE AFZUIGING</b>	<b>SCHEMA</b>	<b>TYPISCHE DRUKOPBOUW IN DE STAL (Pa)</b>
Klepventilatie		10
Deurventilatie		10-20
Grondkanaalventilatie		20
Combiventilatie		30

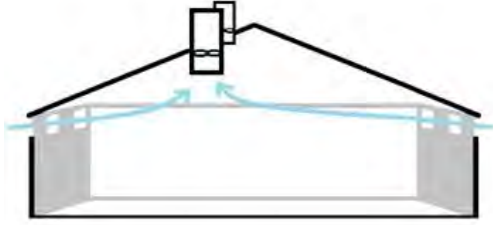
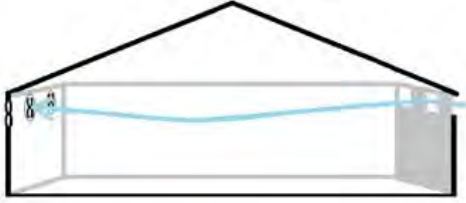
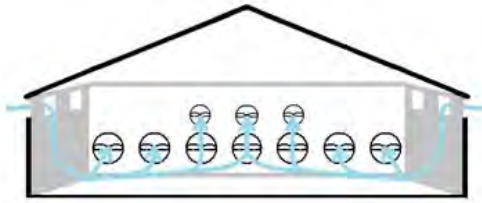
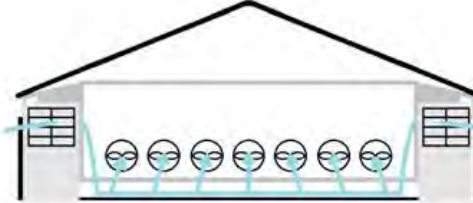
VENTILATIESYSTEEM DECENTRALE AFZUIGING	SCHEMA	TYPISCHE DRUKOPBOUW IN DE STAL (Pa)
Buisventilatie (Frisse-neuzen-systeem)		30
Plafondventilatie	 <p data-bbox="523 1025 911 1061">spleten/ventielen      conisch</p> 	20-40*
VENTILATIESYSTEEM CENTRALE AFZUIGING	SCHEMA	TYPISCHE DRUKOPBOUW IN DE STAL (Pa)
Zonder luchtwasser		60
Met luchtwasser		110

Bron: Fancom, StienenBE, Klimaatplatform varkenshouderij uit Wageningen, ILVO.

Legende:  ventilator,  temperatuursensor klimaatregeling,  ruimteverwarming

\*Afhankelijk van het type plafondventilatie kunnen de verschillen groot zijn. Indien er glaswolisolatie is aangebracht, is de weerstand het grootst. Bij plafondspleten daarentegen kan de weerstand zelfs nog lager zijn (10 Pa).

Tabel 2. Gangbare ventilatiesystemen in de pluimveehouderij gerangschikt volgens toenemende drukopbouw in de stal.

VENTILATIESYSTEEM	SCHEMA	TYPISCHE DRUKOPBOUW IN DE STAL (Pa)
Nokventilatie		10-20
Dwarsventilatie		10-20
Lengteventilatie		10-20
Tunnelventilatie		

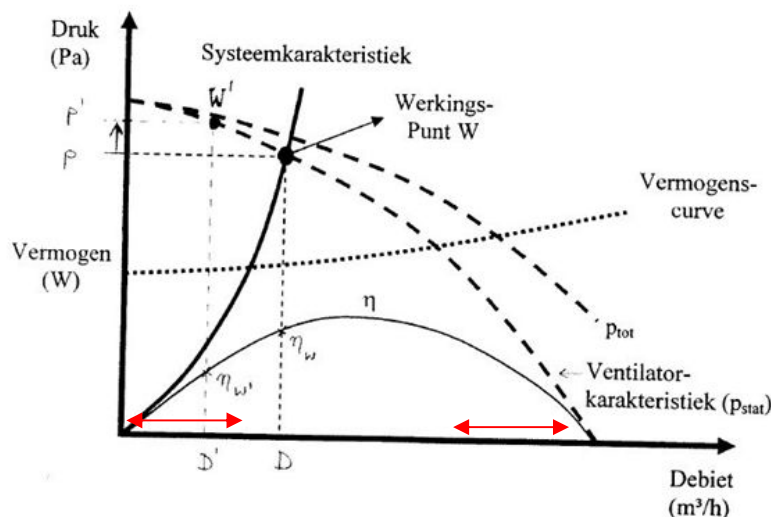
Voor bijkomende informatie over ventileren bij varkens wordt opnieuw verwezen naar de brochure 'Ventilatie en klimaatbeheersing bij varkensstallen' (ADLO, 2009) en naar het Klimaatplatform voor de Varkenshouderij (Wageningen). Voor bijkomende informatie over ventileren bij pluimvee verwijzen we naar het Klimaatplatform voor de Pluimveehouderij (Wageningen).

## 2.4.2. Type ventilatoren

Ventilatoren verschillen onderling in de manier waarop ze worden aangedreven (directe aandrijving of riemoverbrenging), met welke spanning (230V of 380V) en type stroom (wisselstroom of gelijkstroom) ze worden aangestuurd, welke diameter ze hebben (grosso modo variërend van 35 cm tot 140 cm) en voor welk doeleind ze gemaakt zijn (om hoge drukken te overwinnen, om lucht verdelen in de stal, of om lucht af te zuigen).



Iedere ventilator wordt gekenmerkt door zijn ventilatorkarakteristiek. Deze karakteristiek bepaalt de hoeveelheid lucht die de ventilator kan verversen in functie van de tegendruk en de hoeveelheid elektrische energie die de ventilator daarbij verbruikt. Bij het kiezen van een stalventilator, is het belangrijk dat deze geschikt is voor het stalsysteem waarin hij moet opereren. Het stalsysteem wordt gekenmerkt door de druk die wordt opgebouwd (weerstand tegen luchtstroming) bij het verplaatsen van grote hoeveelheden lucht. Dit stalsysteem wordt ook de stalsysteemkarakteristiek, of meer algemeen de systeemkarakteristiek genoemd. Figuur 3 illustreert deze begrippen.



Hoe vlakker de vermogenscurve, hoe gunstiger. De combinatie van tegendruk en debiet, waarbij het gewenste debiet  $D$  bij een bepaalde tegendruk  $P$  geleverd kan worden door de ventilator, nl. in punt  $W$ , noemt men het werkpunt van de ventilator in de stal. Typische werkpunten zijn bv.: 10 Pa en 6800 m<sup>3</sup>/u; 100 Pa en 15 000 m<sup>3</sup>/u, of 200 Pa en 16 000 m<sup>3</sup>/u. Zorg ervoor dat het werkpunt van je ventilator in het energetisch gunstige deel van de ventilatorkarakteristiek ligt. Vermijd situaties waarbij de ventilator steeds heel hoog of heel laag in toerental moet gaan.

Figuur 3. Ventilatorkarakteristiek (gestreepte lijn) en stal- of systeemkarakteristiek (volle stijgende lijn). Een goede ventilator combineert de ventilatievraag van de stalsysteemkarakteristiek (bepaald door het stalsysteem) met zijn eigen ventilatieaanbod (bepaald door zijn ventilatiekarakteristiek). De vermogenscurve (gestipte lijn) duidt aan hoeveel energie de ventilator nodig heeft om het gewenste debiet bij de aanwezige tegendruk te leveren. De onderste curve bepaalt het ventilatorrendement ( $\eta$ ). De energetisch ongunstige delen van de grafiek zijn aangeduid met rode pijlen (minimaal rendement).

Een belangrijke waarde met betrekking tot energiezuinige ventilatie, is het specifiek vermogen van de ventilator, ook 'specific fan power' of ventilatorefficiëntie genoemd. Deze waarde wordt uitgedrukt in Watt per 1000 m<sup>3</sup> verplaatste lucht per uur (W/(1000 m<sup>3</sup>/u) en is het effectief vermogen dat de ventilator nodig heeft om 1000 m<sup>3</sup> stallucht te verplaatsen bij een bepaalde tegendruk. Figuur 4 toont een testrapport voor een axiaalventilator met een ventilatiecapaciteit van 13 700 m<sup>3</sup>/u bij 0 Pa tegendruk. Met toenemende stromingsweerstand ('pressure increase') kan de ventilator steeds minder lucht verplaatsen ('volume flow') en loopt het elektrisch verbruik op ('electric power input'). De energie-efficiëntie vermindert ('specific power input' wordt steeds groter).

*Performance values of the axial ventilator TERMOTECNICA PERICOLI EOS 30  
measured at an electric tension of 400 V (the values apply to air having a density of 1.2 kg/m<sup>3</sup>)*

Pressure increase <sup>4)</sup> $\Delta p_{fa}$ Pa <sup>5)</sup>	Total pressure increase $\Delta p_t$ Pa	Volume-flow $\dot{V}$ m <sup>3</sup> /h	Elektric power input P W	Specific power input $P_{spez}$ W 1000 m <sup>3</sup> /h	Elektric current-input I A	Impeller rpm $n_L$ min <sup>-1</sup>	Efficiency <sup>6)</sup> $\eta_{fa}$ % $\eta_t$ %	
0	39	13700	750	54,6	1,56	690	0	19,8
10	46	13200	760	57,5	1,57	689	4,8	22,3
20	53	12700	770	60,6	1,59	688	9,2	24,5
30	61	12200	785	64,6	1,61	688	12,9	26,1
40	68	11500	795	69,0	1,62	687	16,1	27,2
50	74	10800	805	74,5	1,63	686	18,6	27,6
60	81	10000	815	81,5	1,64	686	20,5	27,5
70	88	9200	820	89,0	1,64	685	21,8	27,3
80	94	8300	820	98,4	1,64	685	22,6	26,6
90	100	6900	810	117,4	1,62	686	21,3	23,6
100	107	5800	800	138,2	1,61	686	20,1	21,5

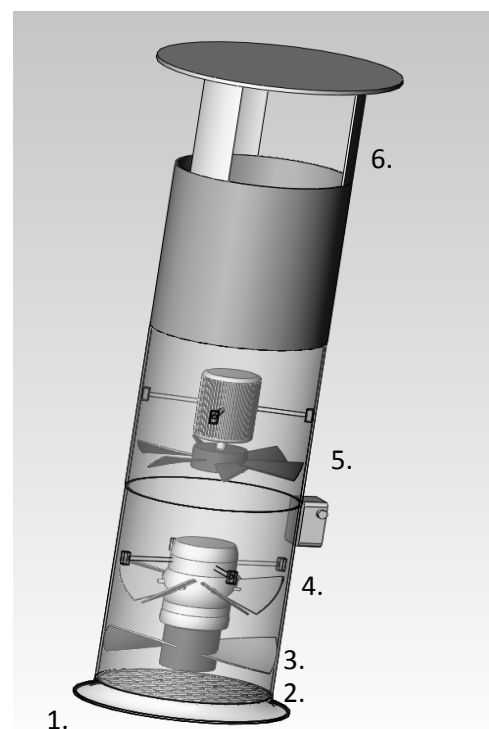
<sup>4)</sup> Here, pressure increase  $\Delta p_{fa}$  corresponds to the older term static pressure difference  $\Delta p_{st}$

<sup>5)</sup> 1 Pa (Pascal) = 1 N/m<sup>2</sup>

<sup>6)</sup> Ventilator including the motor; efficiency  $\eta_{fa} = \Delta p_{fa} \dot{V} / P$  resp.  $\eta_t = \Delta p_t \dot{V} / P$  ( $\Delta p_t = \Delta p_{fa} + p_d$ ;  $p_d$  = dynamic pressure)

Figuur 4. Voorbeeld van een testrapport van een axiaalventilator. De ventilator wordt getest bij verschillende tegendrukken (kolom 1) en telkens wordt het geventileerde debiet (kolom 3) en het stroomverbruik (kolom 4) gemeten en daaruit het specifiek vermogen van de ventilator (kolom 5) berekend. Deze ventilator kan bij 50 Pa 10 800m<sup>3</sup> lucht verplaatsen per uur en verbruikt daarbij 805 W. Het specifiek vermogen van de ventilator bij 50 Pa is bijgevolg  $805 \cdot 1000 / 10\ 800 = 74.5 \text{ W}/(1000\text{m}^3/\text{u})$ .

Ventilatoren zijn doorgaans uitgerust met één van volgende onderdelen: afschermkleppen, een in- en/of uitstroomring (1.), een rooster tegen grof stof (2.), een meetwaaier (3.), een smoorunit (4.) of een regenkap (6.). Figuur 5 toont schematisch een aantal van deze onderdelen. De ventilator zelf is aangeduid met 5.





### 2.4.3. Ventilatorsturing

Een ventilator wordt aangestuurd of geregeld om het binnenklimaat van de stal optimaal te houden. Dit kan centraal gebeuren voor een aantal ventilators tegelijk, of individueel. In beide gevallen moet de hoeveelheid luchtverversing die op een bepaald moment nodig is, zo nauwkeurig mogelijk gerealiseerd worden. Te veel ventileren kost energie en voert onnodig warmte af. Te weinig ventileren kan leiden tot een ongezond binnenklimaat. Een nauwkeurige en gevoelige ventilatieregeling is daarom uiterst belangrijk. De bestaande regelingen worden hier kort op een rijtje gezet. Uitgebreidere informatie is terug te vinden in de brochure rond ventilatie en klimaatbeheersing bij varkens (ADLO, 2009).

Merk op dat de aansturing van de ventilator steeds gebeurt op basis van de gemeten en gewenste staltemperatuur. Hiertoe worden temperatuursvoelers geplaatst in de stal volgens bepaalde richtlijnen, eigen aan het stalsysteem. Raadpleeg de specifieke richtlijnen voor klimaatinstellingen van het Klimaatplatform voor de Varkenshouderij en Pluimveehouderij (Wageningen).

**Modulair of Aan/Uit.** De meest eenvoudige sturing is een Aan/Uit regeling waarbij de ventilatoren alleen werken wanneer het te warm wordt in de stal. Dit soort sturing wordt vooral toegepast in grote stallen zoals die in de pluimveehouderij voorkomen, omdat meerdere ventilatoren na elkaar kunnen aan- en uitgeschakeld worden en zo een getrapte, min of meer rechtlijnige ventilatiecurve bekomen wordt.

**Triacregeling.** Een triacregeling is een spanningsturing of vermogensregeling. Wanneer de ventilatiebehoefte klein is, wordt een lage spanning (vanaf 60 V) aangelegd en zal de ventilator traag draaien. Wanneer de ventilatiebehoefte groot is, wordt een hoge spanning (tot 230 V) aangelegd. Deze vorm van regelen is onderhevig aan windinvloeden en is niet de meest nauwkeurige manier van debietregeling.

**Frequentiesturing.** Een frequentiesturing kan alleen op driefasige netwerken geplaatst worden. Indien er maar één fase voorhanden is, wordt een faseomvormer geïntegreerd in de frequentieomvormer om eerst de omzetting naar drie fasen te doen. Frequentiesturing gaat de frequentie van de inkomende stroom regelen en niet de spanning. Frequentieregeling is veel minder onderhevig aan windinvloeden en kan het debiet nauwkeurig regelen. Het is een dure regeling en wordt daarom vooral aangeraden bij het aansturen van meerdere ventilatoren tegelijk, zoals bij centrale afzuiging of mestdroging.

**Toerentalregeling.** Bij deze vorm van regeling wordt de ventilator uitgerust met een diafragma waarmee te allen tijde het toerental gemeten wordt. Wanneer het toerental ongewenst afneemt, bv. door sterke windinvloeden, zorgt dit systeem ervoor dat de gemeten waarde wordt teruggekoppeld zodat de ventilator zijn toerental kan bijsturen. Het is een erg eenvoudige manier van debietregeling en bovendien goedkoop.

**Intelligente ventilator met stappenmotor.** Een intelligente ventilator heeft een ingebouwde elektronisch gestuurde stappenmotor die het debiet uiterst energiezuinig kan regelen, maar spijtig genoeg nog niet uiterst precies.

**Regeling door debietmeting met regelklep.** Een meetwaaier voor de ventilator registreert continu het geventileerde debiet. Wanneer die niet overeenkomt met het gevraagde debiet, wordt er bijgestuurd. Dit gebeurt doorgaans met spanningsturing of met een stappenmotor. Het systeem werkt zeer precies maar is erg duur. Elke ventilator moet uitgerust zijn met een meetwaaier. De prijs daarvan varieert tussen 160 € en 180 €, afhankelijk van de diameter.

## 2.4.4. Inregeling van de ventilator

Eén van de belangrijkste zaken om energiezuinig te ventileren met de aanwezige ventilatoren, is de correcte instelling of inregeling van de klimaatcomputer. Deze inregeling wordt in principe door de installateur gedaan en de landbouwer zal zelden zelf de instellingen wijzigen.

Klimaatcomputers zijn niet alleen technologische hoogstandjes, ze zijn ook allerm minst uniform. Figuur 5 geeft een overzicht van verschillende gangbare benamingen voor de in te stellen waarden bij ventilatoren in de pluimveehouderij. In de eerste kolom zie je de instelwaarden (bv. minimum en maximum ventilatiebehoefte, gewenste temperatuur, bandbreedte, enzovoort) en in de volgende kolommen zie je telkens hoe die waarde benoemd wordt bij een bepaald merk van klimaatcomputer. Let dus op en informeer je goed voor je instelwaarden wijzigt!

BEGRIPPEN INSTELLINGEN KLIMAATCOMPUTERS PLUIMVEE					Klimaatplatform Pluimveehouderij secretariaat: Animal Sciences Group tel: +31 (0)320-293504 09-09-2010			
INSTEL- WAARDE	FANCOM FSUP	FANCOM F38	STIENEN PS9100	STIENEN PL 9200	HOTRACO Orion	HOTRACO Sirius	SKOV 36	SKOV 234
Gewenste temperatuur	Streefwaarde staltemp	Streefwaarde staltemperatuur	Instelling staltemperatuur	staltemperatuur	Streef temperatuur	Streef temperatuur	Streef temperat uur	Streef-temp
A Verwarmings-temperatuur	Offset op streefwaarde	Regelwaarde verwarming (offset staltemp)		Instelling temp. verwarming			Streef temp. verwarming	Verwarmings temperatuur
B Begintemperatuur ventilatie	Offset op streefwaarde	Begin temp. Ventilatie (offset staltemp)	Verschil-temperatuur	Instelling temp. hoofdventilatie	Streef temperatuur	Temperatuurverschil Ventilatie	n.v.t.	n.v.t.
A-B Neutrale zone	B-A	B-A (Optiseq)	Verschil verwarming	n.v.t.	Temperatuurverschil Verwarming	Temperatuurverschil Verwarming	n.v.t.	n.v.t.
C Bandbreedte	Stalbandbreedte	Bandbreedte	Bandbreedte (nok)	Bandbreedte	Bandbreedte	Bandbreedte ventilatie	Comfortemp. + extra vent.	Comfortemp. + extra vent.
D Temperatuur Start koeling	Streef w. Koeling (offset streefwaarde stal)	Regelwaarde koeling (offset staltemp.)	Verschil koeling	Instelling temp. koeling	Temperatuurverschil koelen	Streef temperatuur Koeling	Koeltemp. (verschil)	Koeltemp. (verschil)
E Meelopend Maximum alarm	Max. diff. Alarm	Max. verschil-temp. alarm	Max. verschil	Max. alarmgrens	Max. alarmverschil	Max. alarmverschil	Max. temp. verschil	Max. temp grens
F Absoluut maximum alarmtemperatuur	Abs. Max alarm	Absoluut max. temp. alarm	Absoluut	Absolute alarmgrens	Absoluut max. alarm verschil	Absoluut max. alarm verschil	Absolute max. temp.	Absoluut max. temp.
G Meelopend Minimum alarm	Min. diff alarm	Min. verschil-temp. alarm	Min. verschil	Min. alarmgrens	Min. alarmverschil	Min. alarmverschil	Min. temp. verschil	Min. temp grens
H Absoluut Minimum alarmtemperatuur	Abs. Min alarm	Absoluut min. temp. alarm		n.v.t.				
I Minimum ventilatie%	Minimum nok	Minimum ventilatie (m3/luur/kg of %)	Minimum ventilatie (nok)	Minimum ventilatie	Min. ventilatie	Min. ventilatie	Min. ventilatie per dier of %	Min. ventilatie per dier of %
J Maximum ventilatie%	Maximum nok	Maximum ventilatie (%)	Maximum ventilatie (nok)	Maximum ventilatie	Max. ventilatie	Max. ventilatie	Maximum ventilatie	Maximum ventilatie
<b>REGELING LUCHTINLAAT</b>								
Verschiltemperatuur luchtinlaat	Offset staltemp. links/recht	n.v.t.	Verschil temp. links/rechts/zij-klep	Instelling temp. links/rechts	Temp. verschil inlaatklep	Temp. verschil inlaatklep	n.v.t.	n.v.t.
Drukregeling luchtinlaat	Strf ΔP	Streefwaarde druk	Instelling onderdruk	Instelling druk	Streefonderdruk	Streefonderdruk	n.v.t.	n.v.t.
Minimum inlaatstand	MinZij	n.v.t.	Min. links/rechts/zij-klep	Min. ventilatie	Min. klepstand	Min. klepstand	n.v.t.	n.v.t.
Maximum inlaatstand	MaxZij	Maximum stand luchtinlaat (begrenzing)	Max. links/rechts/zij-klep	Max. ventilatie	Max. klepstand	Max. klepstand	n.v.t.	n.v.t.

Figuur 5. Verschillende gangbare benamingen voor de in te stellen waarden bij ventilatoren in de pluimveehouderij. Ieder merk heeft haar eigen terminologie.

In de 'Richtlijnen voor klimaatinstellingen' van het Klimaatplatform voor de Varkenshouderij en het Klimaatplatform voor de Pluimveehouderij (Wageningen) vind je de aanbevolen instelwaarden terug voor verschillende diercategorieën. De belangrijkste instelwaarden met betrekking tot een zuinig gebruik van de ventilator, zijn:

- **minimum en maximum ventilatiebehoefte:** deze zijn steeds in functie van het aantal en gewicht van de dieren. Ook het ventilatiesysteem bepaalt de hoeveelheid te verversen lucht. Zo zal een varkensstal met kanaalventilatie een verlaagde ventilatiebehoefte hebben omdat de inlaatlucht geconditioneerd is. Sommige klimaatcomputers laten toe om groeicurven in te stellen zodat de ventilatiebehoefte automatisch wordt aangepast tijdens de mestronde wanneer de dieren in gewicht toenemen. Let er steeds op dat de ingestelde waarden mee evolueren met de stalbezetting en de leeftijd van de dieren!

- **vraagtemperatuur:** door een goede instelling van de vraagtemperatuur wordt de comfortzone bewaakt. Bij koude zal men de warmteafvoer beperken door zo weinig mogelijk te ventileren en eventueel bij te verwarmen. Bij oplopende warmte zal men zo veel mogelijk warmte afvoeren en tocht creëren door te ventileren en eventueel te koelen. Stel de vraagtemperatuur in volgens de normen (Klimaatplatform voor de Varkens- en Pluimveehouderij; ADLO, 2009).



- **bandbreedte:** de bandbreedte in °C is het verschil tussen de temperaturen die overeenkomen met de minimum- en de maximumventilatie. De bandbreedte bepaalt bijgevolg de gevoeligheid van de ventilator om te reageren op een schommelende temperatuur in de stal. Een te nauw ingestelde bandbreedte doet de ventilator continu aan- en afslaan en veroorzaakt een onrustige ventilatie. Ideaal is een bandbreedte van 5 à 6°C (het absolute minimum is 3°C). Bij koud weer is minder buitenlucht nodig om de stal te koelen en mag de bandbreedte oplopen tot 9°C.

---

### **Staltemperatuur: het hart van de ventilatieregeling.**

*Ventilatieregeling is gebaseerd op staltemperatuur. Er wordt gestreefd naar een optimale omgevingstemperatuur voor het dier. Liefst blijft men in de comfortzone zodat de dieren geen onbehaaglijk gedrag vertonen (bv. hijgen bij varkens, op de roostervloer liggen, poten onder het lichaam houden). Bij vleeskuikens zorgt een goede staltemperatuur voor een mooie verdeling van de dieren over de stal. Naast de comfortzone is er ook een zogenaamde thermoneurale zone. Dit is een iets ruimere temperatuurzone waarbinnen de dieren zich weliswaar onbehaaglijk zullen voelen, maar zonder dat er productieverlies optreedt (bv. als gevolg van een verhoogde warmteproductie en/of verminderde voeropname t.g.v. hitte- of koudestress). Het temperatuurinterval waarbinnen geregeld wordt, is dus uiterst belangrijk. Niet alleen voor een energiezuinige regeling, maar eerst en vooral voor een optimaal binnenklimaat en het welzijn van de dieren.*

---

### 3. Energieverbruik voor ventilatie zichtbaar maken: Praktijkbevindingen en Rekenmodule

In de literatuur zijn er verschillende energiebesparende maatregelen te vinden. Deze werden verzameld, gecontroleerd door ondermeer ventilatie-experten en stallenbouwers, en opgelijst in hoofdstuk 4. Voor een aantal maatregelen werd de proef op de som genomen aan de hand van praktijkmetingen bij varkens- en pluimveehouders. Zo werden in korte meetcampagnes het effect van bandbreedte, type ventilator en ventilatorsturing, en smookkleppen nagegaan. De resultaten ervan zijn weergegeven in een steekfiche per onderzochte maatregel.



Naast deze korte meetcampagnes werd het energieverbruik voor ventilatie op 4 bedrijven (2 pluimvee- en 2 varkensbedrijven) gedurende 1 jaar geregistreerd. Hiermee wensten we inzicht te krijgen in de variatie in energiegebruik doorheen het jaar, zowel seizoensgebonden variatie als verschillen in functie van de mestronde. Uit de metingen kan afgeleid worden welk percentage van de tijd in welk regime (percentage t.o.v. geïnstalleerd vermogen) geventileerd wordt. Het resultaat daarvan bepaalt in grote mate de energiebesparing die men kan maken door de juiste ventilatiesturing te kiezen. De resultaten van de lange meetcampagnes zijn weergegeven in steekfiches, één per bedrijf.

De gemeten stallen in de deelnemende bedrijven zijn:

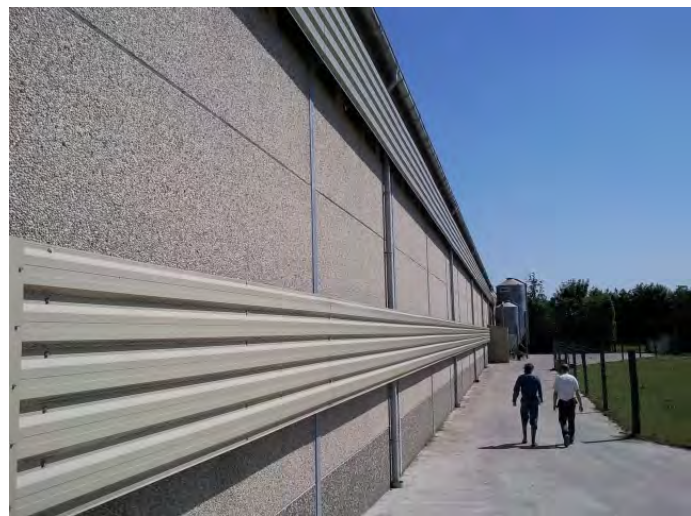


## Legkippen in Oost-Vlaanderen

Stal met 5 verdiepingen, mestdroging, en capaciteit voor 40 000 dieren. De stal wordt mechanisch geventileerd met lengteventilatie.

Er zijn 8 frequentiegestuurde hogedrukventilatoren met een diameter van 92 cm, waarvan 6 in de zijgevel en 2 in het dak geplaatst zijn. Daarnaast zijn er 10 aan/uit V riemventilatoren met een diameter van 140 cm in de kopgevel. In de lengtezijde van de stal zitten inlaatopeningen die afgeschermd zijn met windkappen.

Het energieverbruik van de volledige stal werd geregistreerd in twee groepen: één groep van 8 hogedrukventilatoren voor de basisventilatie en mestdroging, en één groep van 10 ventilatoren voor de aanvullende ventilatie. De maximaal beschikbare ventilatiecapaciteit van de stal is bij een onderdruk van ongeveer 30 Pa in de stal en 150 Pa voor de mestdroging 506 902 m<sup>3</sup>/u. Het totaal geïnstalleerd elektrisch vermogen, bij dezelfde tegendrukken berekend, is 32 920 kW.





## Vleeskippen in Antwerpen

Stal met een capaciteit van 35 000 dieren. De stal wordt mechanisch geventileerd met lengteventilatie.

Er zijn in totaal 12 ventilatoren geplaatst in de kopgevel. Twee ventilatoren met een diameter van 80 cm worden continue traploos geregeld. Eén ventilator met een diameter 80 cm wordt frequentiegestuurd. Samen zorgen deze 3 ventilatoren voor een naadloze afstemming van het ventilatiedebiet op de gewichtstoename van de dieren. De overige 9 ventilatoren zijn V-riemventilatoren met een diameter van 140 cm en kunnen alleen aan of uit. In de lengtezijde van de stal zitten luchtinlaatventielen.



Het totale energieverbruik van de 12 ventilatoren werd geregistreerd. De maximaal beschikbare ventilatiecapaciteit van de stal is bij een onderdruk van 20 Pa in de stal 356 190 m<sup>3</sup>/u. Het totaal geïnstalleerd elektrisch vermogen bij 20 Pa tegendruk is 13 082 kW.



## Biggen in West-Vlaanderen

Stal met 3 biggencompartimenten en een capaciteit voor 1800 biggen van 7-20 kg. De stal wordt mechanisch geventileerd met plafondventilatie. De luchtafzuiging gebeurt centraal en er is een biologische luchtwasser.

Er zijn 2 frequentiegestuurde hogedrukventilatoren met een diameter van 92 cm in het centrale afzuigkanaal. Zij zuigen de vuile stallucht af en blazen die over het biologisch waspakket om de ammoniak uit de lucht te wassen. Elk compartiment staat in verbinding met het centraal luchtkanaal d.m.v. regeleenheden of smoorunits in het plafond.

Het energieverbruik van de volledige stal werd geregistreerd. De maximaal beschikbare ventilatiecapaciteit van de stal is bij een onderdruk over het ganse systeem van 100 Pa gelijk aan 51 648 m<sup>3</sup>/u. Het totaal geïnstalleerd elektrisch vermogen berekend bij 100 Pa tegendruk is 3420 kW.







## Vleesvarkens in Limburg

Stal met een capaciteit van 96 dieren. De stal wordt mechanisch geventileerd met grondkanaalventilatie.

Er wordt geventileerd met een gelijkstroomventilator met een diameter van 50 cm.

Het energieverbruik van één compartiment werd geregistreerd.

Het totale energieverbruik van de 12 ventilatoren werd geregistreerd. De maximaal beschikbare ventilatiecapaciteit van de stal is bij een onderdruk van 10 Pa in de stal 8080 m<sup>3</sup>/u. Het totaal geïnstalleerd elektrisch vermogen bij 10 Pa tegendruk is 421 W.



Elk bedrijf dat op deze manier werd opgevolgd, werd ook onderworpen aan een energiescan door het Innovatiesteunpunt voor land- en tuinbouw. Zo een scan of doorlichting van het bedrijf gaat na wat, op jaarbasis, het totale energieverbruik van dat bedrijf is, zowel elektrisch als thermisch (voor de verwarming). Vervolgens probeert men dat verbruik zo goed mogelijk uit te splitsen over de verschillende energieverbruikers op het bedrijf, waaronder de ventilatie. Als laatste onderdeel van de scan wordt de situatie op dat bedrijf vergeleken met de meest energiegunstige situatie en worden aanbevelingen gedaan om het energieverbruik te verminderen. De investeringskosten die daarvoor nodig zijn en de steunmaatregelen die in aanmerking komen, worden verrekend tot een terugverdientijd voor de gemaakte aanbeveling. In deze code werd het onderdeel van dit rapport opgenomen dat betrekking heeft tot de opgevolgde stal. Bij het ter perse gaan ontbrak de energiescan van het vleeskippenbedrijf in Antwerpen. De resultaten zijn niet opgenomen in de gedrukte versie.

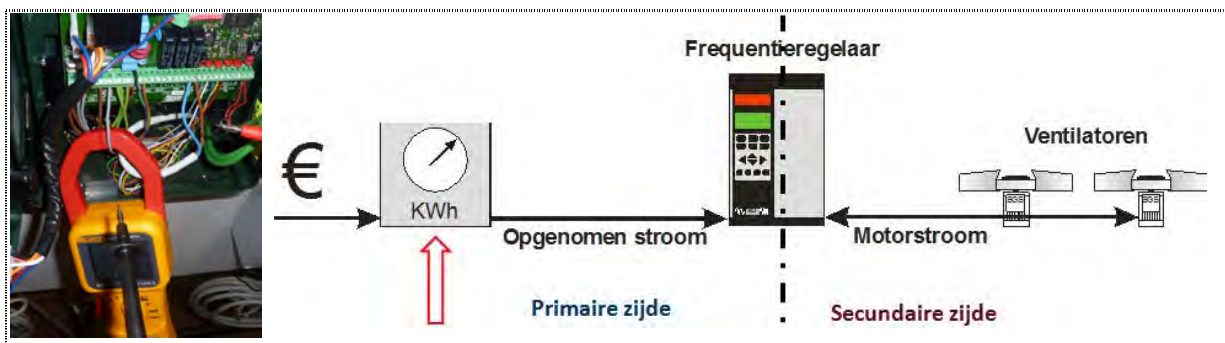


Tenslotte werd een beknopte rekenmodule uitgewerkt op basis van deze meetresultaten en gegevens rond energiebesparing uit de literatuur. Deze rekenmodule kan door de landbouwer gebruikt worden om een indicatie te krijgen van de te verwachten ventilatiekost en de mogelijke energiebesparing en dus winst op zijn/haar bedrijf door het toepassen van een concrete maatregel. De module kan ook gebruikt worden om bruto verschillen in energieverbruik te berekenen tussen meerdere alternatieven.

### 3.1. Praktijkbevindingen uit meetcampagnes

#### 3.1.1. Meetprincipes voor de korte meetcampagnes

Het energieverbruik van de ventilator werd geregistreerd als effectief vermogen (W) dat door de ventilator(en) werd opgenomen tijdens de meetperiode. Een draagbare vermogensmeter van het type Fluke 345 of Fluke 1735 werd geplaatst zoals aangegeven op Figuur 6, ter hoogte van de inkomende stroom en voor de regelsturing (door de klimaatcomputer) en de verbruiker (de ventilator). Elke 30 seconden werd een waarde geregistreerd. De totale meetduur varieerde van 30 minuten tot 24 uur afhankelijk van de doorgemeten maatregel.



*Figuur 6. Plaatsing van de vermogensmeter of verbruiksmeter (foto links: Fluke 345) voor de registratie van het opgenomen vermogen door de ventilator(en). De meter (symbool met 'KWh') werd geplaatst zoals aangegeven door de rode pijl: vóór de (frequentie)regelaar en vóór de ventilator. Bron: StienenBE.*

#### 3.1.2. Meetprincipes voor de lange meetcampagnes

Op de deelnemende bedrijven werden permanente energieloggers geplaatst van het type DIRIS A40 (Socomec) ter hoogte van de inkomende stroom. De loggers registreerden het effectief opgenomen vermogen (W) per kwartier. Deze zogenaamde kwartuurmetingen zijn het gemiddelde opgenomen vermogen van de voorbije 15 minuten. Ook hier werd de logger geplaatst zoals weergegeven in Figuur 7. Elke twee maanden werden de data uitgelezen op de computer. De totale meetduur is om en bij de 12 maanden.



*Figuur 7. Registratie van het energieverbruik voor ventilatie van een biggenstal (W-Vla) d.m.v. een energielogger (links).*

#### 3.1.3. Meetresultaten

De meetresultaten van de korte en lange termijn campagnes zijn weergegeven aan de hand van steekfiches. Deze vind je op de eerstvolgende pagina's.

PRAKTIJKMETING ELEKTRICITEITSVERBRUIK MECHANISCHE  
VENTILATIE

INVLOED VAN BANDBREEDTE OP HET VERBRUIK

**Basisgegevens:**

Stal: *Biggen*

Ventilatiesysteem: *Klepventilatie*

Ventilator op *wisselstroom* , 220 Volt

Sturing: *Triacregeling*

**Ventilator:**

Ventilator: *EMI 4S40 40 cm*

Max. luchtverplaatsing: *4550 m<sup>3</sup>/u*

Max. toerental: *1400 rpm*

Vermogen: *220 W*

**Duur van de meting:** *48 u*

**Plaats:** *Oost-Vlaanderen*

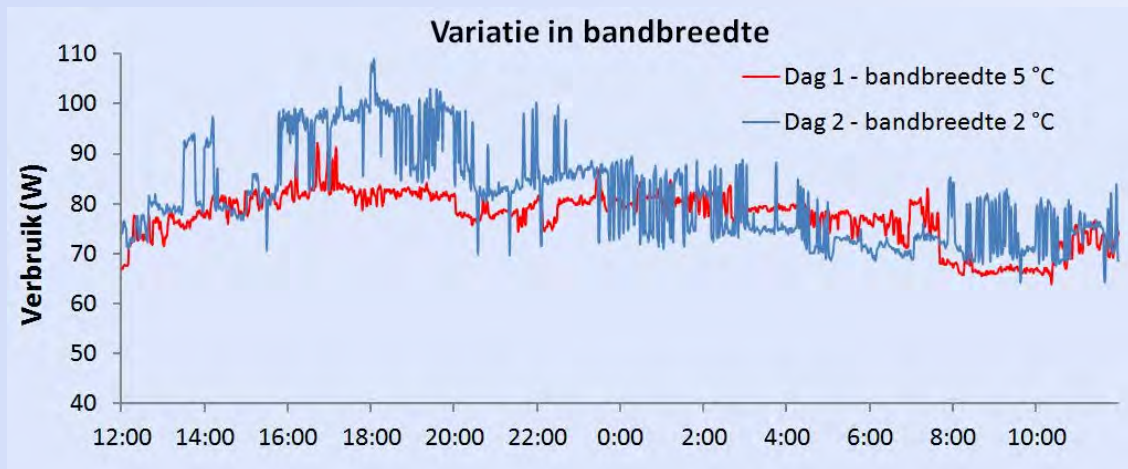
**Meetperiode:** *voorjaar 2011*

**Proefopzet:** *De bandbreedte van een biggenstal werd verschillend ingesteld op 2 opeenvolgende dagen. Op dag 1 werd de bandbreedte op 5 °C ingesteld (aanbevolen), op dag 2 was de bandbreedte 2 °C.*

**Foto:**



## Resultaten:



## Bespreking:

*De bandbreedte ongunstig instellen heeft duidelijk een effect op de ventilatie: er wordt 'onrustig' geventileerd met grote schommelingen in het verbruik omwille van grote schommelingen in de hoeveelheid luchtverplaatsing. Gemiddeld genomen kan je voor deze situatie spreken van een gelijk verbruik in beide gevallen (bandbreedte 2°C:  $81.5 \pm 9.4$  W; bandbreedte 5°C:  $77.4 \pm 5.1$  W). Het nadelige effect van een te kleine bandbreedte weegt dus vooral op het comfort van de dieren en de levensduur van de ventilatoren.*

## Aanbeveling:

**Stel de bandbreedte in op 5°C. Vraag indien nodig hulp aan je adviseur.**

## PRAKTIJKMETING ELEKTRICITEITSVERBRUIK MECHANISCHE VENTILATIE

### INVLOED VAN VENTILATORSTURING OP HET VERBRUIK

#### Ventilatoren:

Stroom:	<i>Wisselstroom</i>	<i>Wisselstroom</i>	<i>Gelijkstroom</i>
Type sturing:	<i>Triac</i>	<i>Frequentie</i>	
Ventilator:	<i>Fancom 1140</i>	<i>Fancom 3440</i>	<i>Fancom IF40</i>
Diameter:	<i>40 cm</i>	<i>40 cm</i>	<i>40 cm</i>
Max. luchtdebiet:	<i>5040 m<sup>3</sup>/u</i>	<i>5120 m<sup>3</sup>/u</i>	<i>5240 m<sup>3</sup>/u</i>
Max. toerental:	<i>1347 rpm</i>	<i>1376 rpm</i>	<i>1400 rpm</i>
Vermogen:	<i>273 W</i>	<i>227 W</i>	<i>286 W</i>

**Duur van de meting:** 12 u

**Plaats:** Oost-Vlaanderen

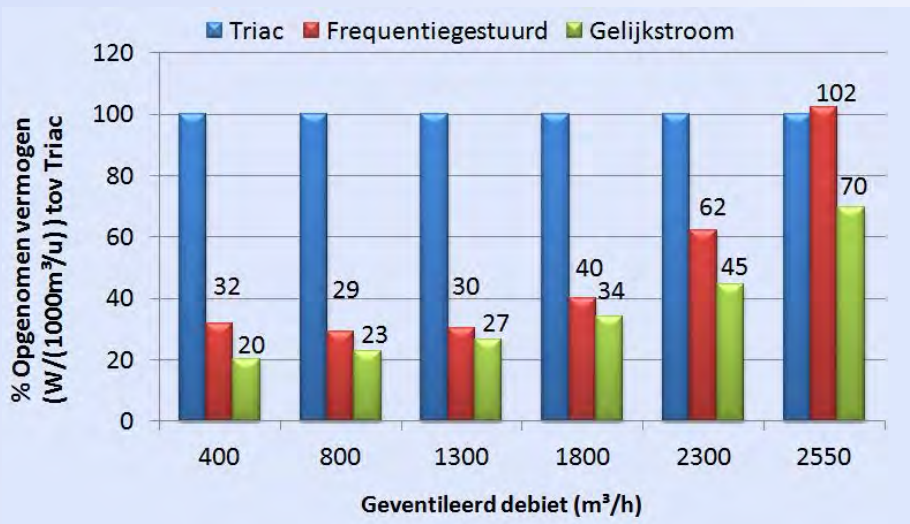
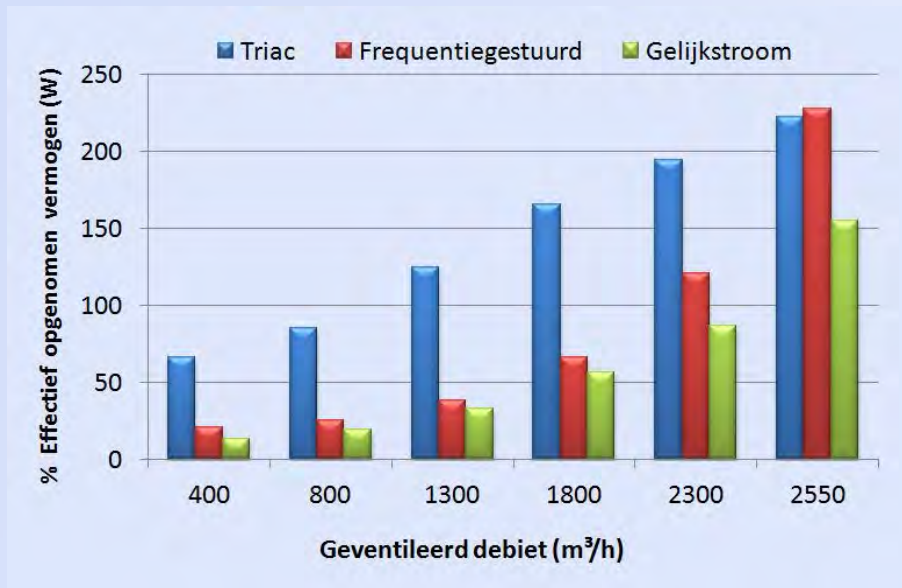
**Meetperiode:** voorjaar 2011

**Proefopzet:** Een meetopstelling met 3 ventilatoren van diameter 40cm, maar met een ander type ventilatorsturing, werd gebouwd om het verschil in energieverbruik ervan na te gaan bij toenemend ventilatiedebiet. De opstelling werd in een afgesloten, windstille ruimte geplaatst (0 tot 9 Pa tegendruk bij oplopend debiet).

**Foto:**



## Resultaten:



## Bespreking:

De bovenste grafiek toont een lineaire toename van het elektrisch verbruik met het ventilatiedebiet bij de triacgestuurde ventilator. Bij lagere ventilatiedebieten is het verschil tussen de triacgestuurde enerzijds, en anderzijds de frequentiegestuurde en gelijkstroomventilator, groot. Uit de onderste grafiek blijkt dat gelijkstroomventilatoren 30 tot 80% minder verbruiken of energie-efficiënter zijn dan triacgestuurde.

## Aanbeveling:

**Kies voor de energiezuinige gelijkstroomventilatoren.** Als je zelden maximaal ventileert, is een frequentiegestuurde ventilator een goede tweede keuze. **Heb je triacgestuurde wisselstroomventilatoren, plaats dan frequentiesturing.**

## PRAKTIJKMETING ELEKTRICITEITSVERBRUIK MECHANISCHE VENTILATIE

### INVLOED VAN SMOORKLEPPEN OP HET VERBRUIK

#### Ventilatoren:

Stroom:	<i>Wisselstroom</i>	<i>Wisselstroom</i>	<i>Gelijkstroom</i>
Type sturing:	<i>Triac</i>	<i>Frequentie</i>	
Ventilator:	<i>Fancom 1140</i>	<i>Fancom 3440</i>	<i>Fancom IF40</i>
Diameter:	<i>40 cm</i>	<i>40 cm</i>	<i>40 cm</i>
Max. luchtdebiet:	<i>5040 m<sup>3</sup>/u</i>	<i>5120 m<sup>3</sup>/u</i>	<i>5240 m<sup>3</sup>/u</i>
Max. toerental:	<i>1347 rpm</i>	<i>1376 rpm</i>	<i>1400 rpm</i>
Vermogen:	<i>273 W</i>	<i>227 W</i>	<i>286 W</i>

**Duur van de meting:** 6 u

**Plaats:** Oost-Vlaanderen

**Meetperiode:** najaar 2011

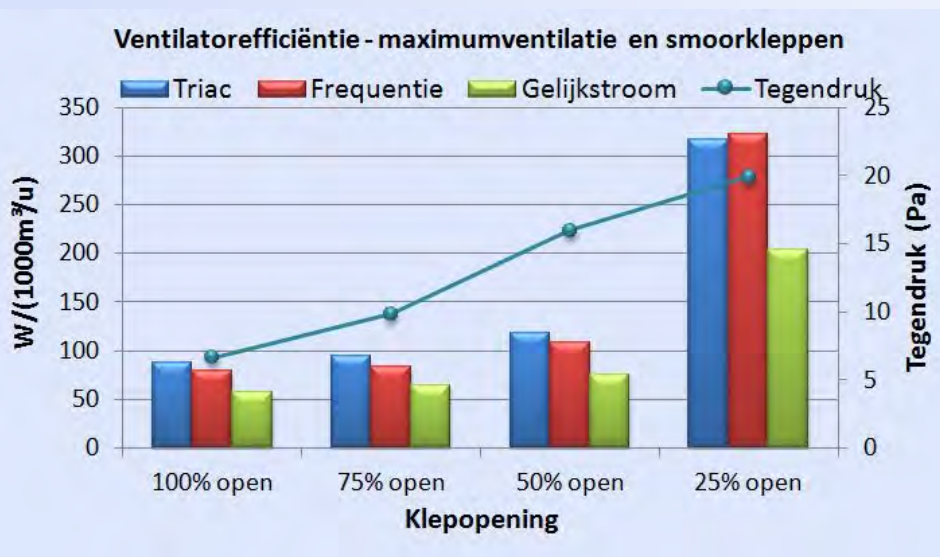
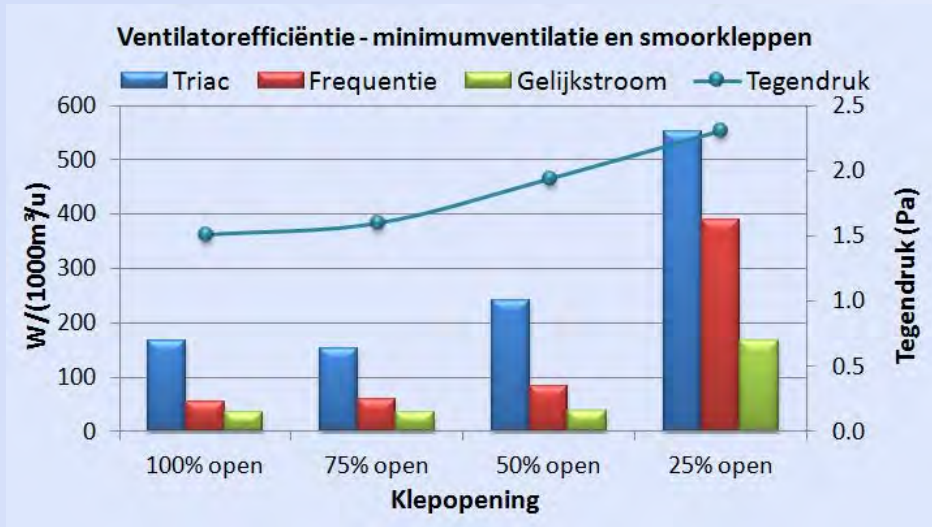
**Proefopzet:** Een meetopstelling met 3 ventilatoren van diameter 40cm, maar met een ander type ventilatorsturing, werd aangewend om het energieverbruik na te gaan bij toenemend ventilatiedebiet en bij een klepopening van 25, 50, 75 of 100%. De kleppen zorgen voor extra stromingsweerstand dus drukval over de ventilator.

**Foto:**





## Resultaten:



## Bespreking:

In de grafieken wordt het opgenomen vermogen getoond per 1000 m<sup>3</sup>/u geventileerd debiet bij 4 posities van de smoorklep en voor 3 types ventilatorsturing. De gemiddelde opgemeten tegendruk is ook weergegeven. De bovenste grafiek toont de resultaten voor smoren van het minimumdebiet, de onderste grafiek voor smoren van het maximum debiet. Het opgenomen vermogen en de tegendruk stijgen duidelijk naarmate het debiet gesmoord wordt. Vooral bij een klepopening van slechts 25% stijgt het verbruik drastisch: tot ruim 300 W/(1000m<sup>3</sup>/u) voor smoren op max, en 550 W/(1000m<sup>3</sup>/u) voor smoren op min. debiet bij Triacsturing. In dat laatste geval is de tegendruk 20 Pa.

Uit deze proef blijkt opnieuw dat gelijkstroomventilatoren zuiniger zijn dan triac- of frequentiegestuurde ventilatoren, ook bij toenemende stromingsweerstand.

## Aanbeveling:

**Gebruik smoorkleppen enkel indien het geventileerde debiet bij minimumventilatie nog te hoog is.**

## PRAKTIJKMETING ELEKTRICITEITSVERBRUIK MECHANISCHE VENTILATIE

JAARMETING OP EEN LEGHENNENBEDRIJF, Oost-Vlaanderen

### Basisgegevens:

Stal: *Leghennen (44000)*

Ventilatiesysteem: *Lengteventilatie*

Ventilatoren op *wisselstroom, 380 V*

Sturing: *Frequentiegestuurd en On/Off*

### Ventilatoren:

Ventilator: *StienenBE SGS 92 C4R 92cm*  
(8) + *Euroemme1,5 pK 140cm* (10)

Max. totale luchtverplaatsing: *510820 m<sup>3</sup>/u*

Totaal geïnstalleerd vermogen: *37720 W*



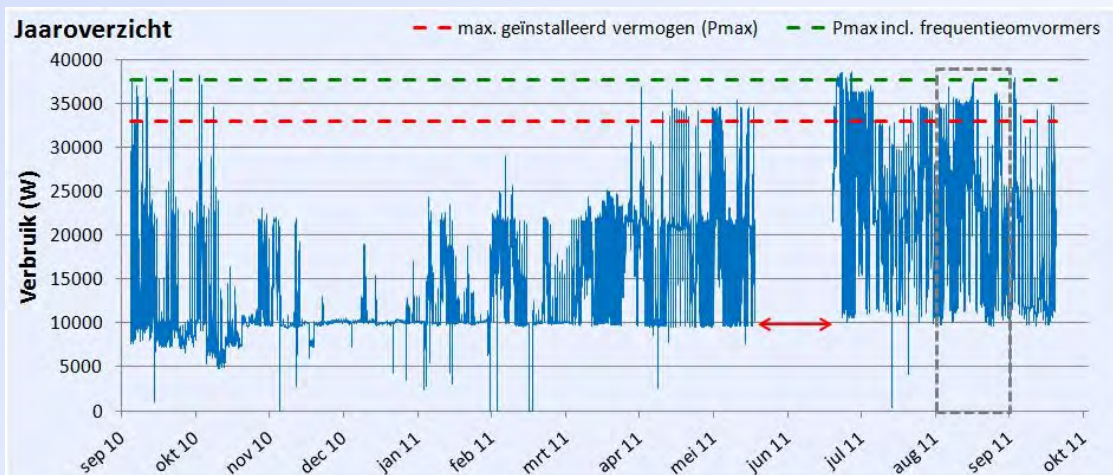
**Duur van de meting:** 12 maanden

**Plaats:** Oost-Vlaanderen

**Meetperiode:** van 04-09-2010 tot 27-09-2011.

**Proefopzet:** *Opvolging van het ventilatieverbruik in een kooihuisvesting gedurende 1 jaar om te bepalen hoeveel procent van de tijd minimaal, maximaal of tussenliggend elektrisch verbruik gehaald wordt. Het totale vermogen dat de aanwezige ventilatoren hebben opgenomen in die tijd, wordt geregistreerd.*

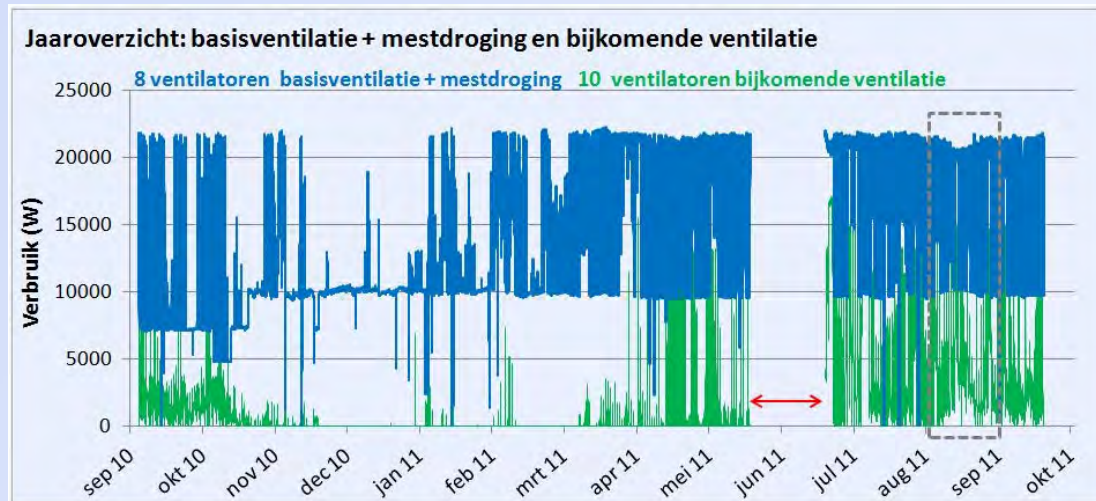
### Resultaten:



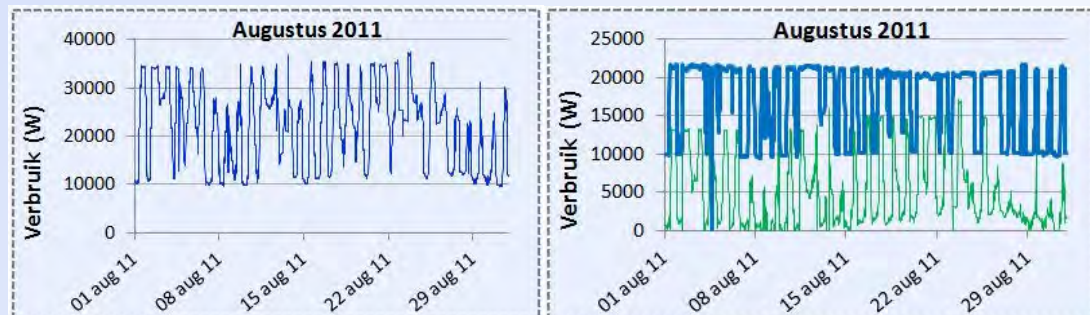
Het opgenomen vermogen (W) van de ventilatoren tijdens de meetperiode.

In de volledige meetperiode werd een totaalverbruik van 134584 kWu opgemeten. Bij een normale stalbezetting van 44000 leghennen betekent dit een verbruik van 3.36 kWu/dierplaats/jaar of jaarlijks 0.49 €/dierplaats.

Het opgenomen vermogen kan uitgesplitst worden volgens twee groepen ventilatoren: een groep hogedrukventilatoren die instaat voor de basisventilatie en mestdroging, en een groep V-riem-ventilatoren die instaat voor de aanvullende ventilatie.



De rode pijl duidt een periode aan waarvan de data ontbreken. De maand augustus is omkaderd (grijze onderbroken lijn): dit deel van de curve wordt hieronder uitvergroet.

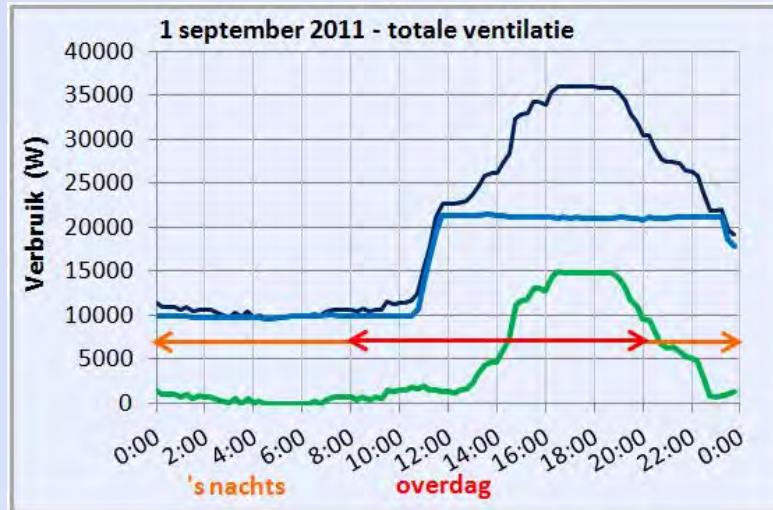


Links is de totale ventilatie weergegeven, rechts de basis- (blauw) en aanvullende (groen) ventilatie.

### Bespreking:

Er is een duidelijk verschil tussen de basis- en aanvullende ventilatie: vooral in de zomermaanden wordt er maximaal geventileerd door de basisgroep (20120 W) en tot  $\pm 70\%$  door de aanvullende groep ventilatoren (17600 W). In de wintermaanden wordt de ventilatie omzeggens uitsluitend verzorgd door de basisventilatie die dan aan 50% ventileert (dec-jan).

Wanneer we kijken naar het ventilatieverloop van 1 dag, bijvoorbeeld van 1 september 2011, dan zie je duidelijk hoe de basisventilatie vanaf 's middags maximaal draait terwijl de ventilatoren voor de aanvullende ventilatie geleidelijk worden ingeschakeld om tegen de late namiddag hun maximale capaciteit te halen.



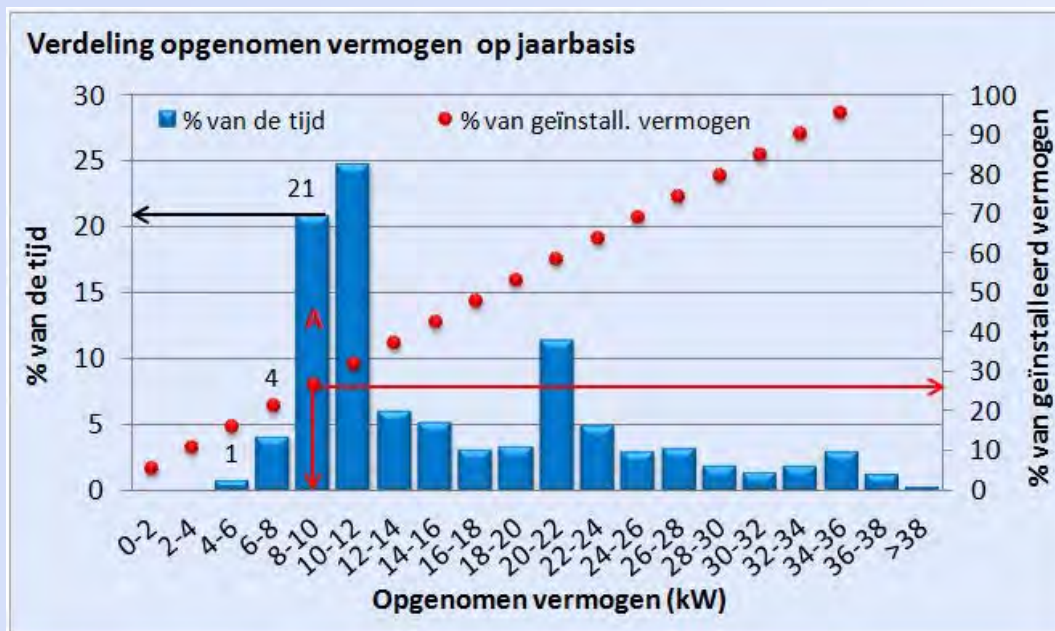
Dagverloop van de totale ventilatie (donker blauw), de basisventilatie (licht blauw) en de aanvullende ventilatie (groen) op 1 september 2011.



aanvullende ventilatiegroep en meter



## Resultaten:



De grafiek lees je als volgt: de balkjes geven het % van de tijd aan dat er wordt geventileerd met een vermogen zoals weergegeven in de X-as. Het % van de tijd wordt weergegeven in de linker Y-as. De rode punten geven aan welk % van het totaal geïnstalleerd vermogen overeenkomt met de bijbehorende vermogenklasse zoals weergegeven in de X-as. Het % van het totaal geïnstalleerd vermogen wordt afgelezen op de rechter Y-as. Bv., het 3<sup>de</sup> balkje (met punt A) staat voor een totaal opgenomen vermogen van 8000-10000 W (rode pijl naar beneden), wat gedurende 21% van de tijd voorkomt op jaarbasis (zwarte pijl naar de linker Y-as). Dit vermogen van 8-10 kW is ongeveer 27% van het geïnstalleerd vermogen (rode pijl naar rechter Y-as). M.a.w.:  $(1+4+21)=26\%$  van het jaar wordt er geventileerd met een elektriciteitsverbruik kleiner dan of gelijk aan 27% van het geïnstalleerd vermogen.

## Bespreking:

Ruim de helft van het jaar wordt er aan 30-60% van het geïnstalleerd vermogen geventileerd. Nog eens 20% van het jaar loopt dit op tot 60 à 100%. Slechts één kwart van het jaar wordt er aan minder dan 30% van het geïnstalleerd vermogen geventileerd.

Het totaal geïnstalleerd vermogen zoals afgeleid uit de ventilatorkarakteristieken, strookt niet met de gemeten waarden (zie ook eerste grafiek van het jaarverbruik). De reden hiervoor is dat de ventilatorkarakteristieken enkel het asvermogen van de motor weergaven. In dat geval zou het totaal geïnstalleerd vermogen gelijk zijn aan 32920 W. De frequentieomvormers van de 8 hogedrukventilatoren verbruiken echter ook elektriciteit. Elk van de omvormers zou 400 tot 600W verbruiken. Dit vermogen wordt opgenomen maar werd niet verrekend in de opgegeven karakteristieken. Het totaal geïnstalleerd vermogen blijkt zo 37720 W te zijn. Merk op dat ook deze waarde overschreden wordt. De gebruikte hogedrukventilatoren zijn blijkbaar niet straf genoeg voor de aanwezige tegendruk.

## Aanbeveling:

**Let heel goed op wanneer je ventilatorkarakteristieken vergelijkt.** Informeer je of de vermelde opgenomen vermogens inclusief het vermogen voor de regelsturing zijn, of louter asvermogens van de motor. Kies een ventilator die optimaal is voor de taak en het ventilatiesysteem, zeker bij grote tegendrukken.

## PRAKTIJKMETING ELEKTRICITEITSVERBRUIK MECHANISCHE VENTILATIE

JAARMETING OP EEN VLEESKIPPENBEDRIJF. Antwerpen

### Basisgegevens:

Stal: *Vleeskuikens (38000)*  
Ventilatiesysteem: *Lengteventilatie*  
Ventilatoren op *gelijkstroom, 380 V*  
Sturing: *Traploze sturing (2) en On/Off (10)*

### Ventilator:

Ventilatoren: *Etavent 80 cm (2) + 6-polige Ziehl-Abegg 80 cm 900 rpm (1) + type Euroemme 1,5 pK 140cm (9)*  
Max. totale luchtverplaatsing: *356190 m<sup>3</sup>/u*  
Totaal geïnstalleerd vermogen: *13082 W*



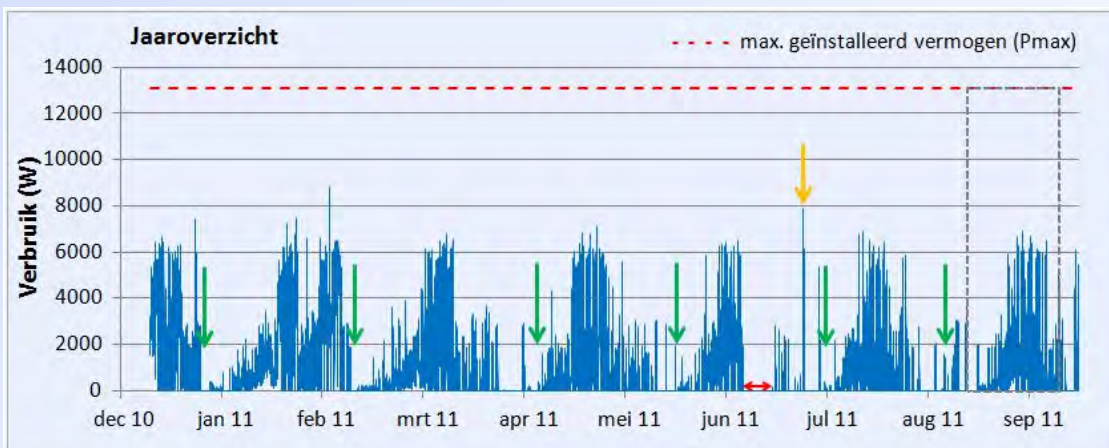
**Duur van de meting:** 10,5 maanden

**Plaats:** Antwerpen

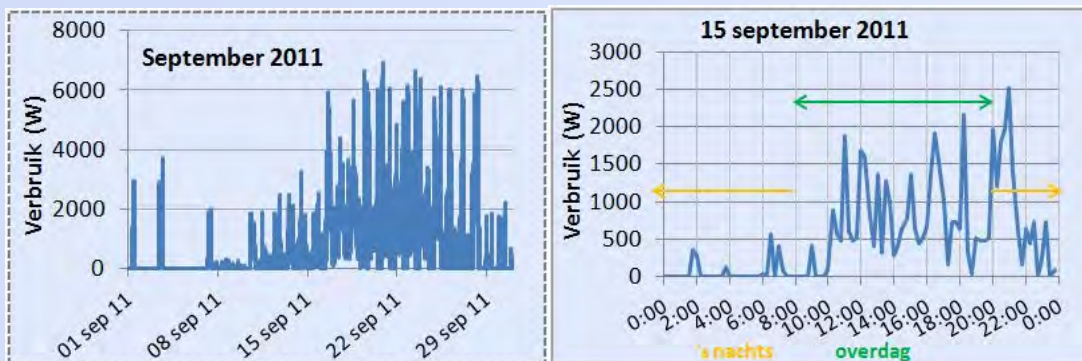
**Meetperiode:** van 14-01-2010 tot 04-10-2011.

**Proefopzet:** *Opvolging van het ventilatieverbruik in een vleeskippenbedrijf gedurende 1 jaar om te bepalen hoeveel procent van de tijd minimaal, maximaal of tussenliggend elektrisch verbruik gehaald wordt. Ook het ventilatieverloop per mestronde (zomer vs. winter) wordt nagegaan. Het totale vermogen dat de aanwezige ventilatoren hebben opgenomen in die tijd, wordt geregistreerd.*

### Resultaten:



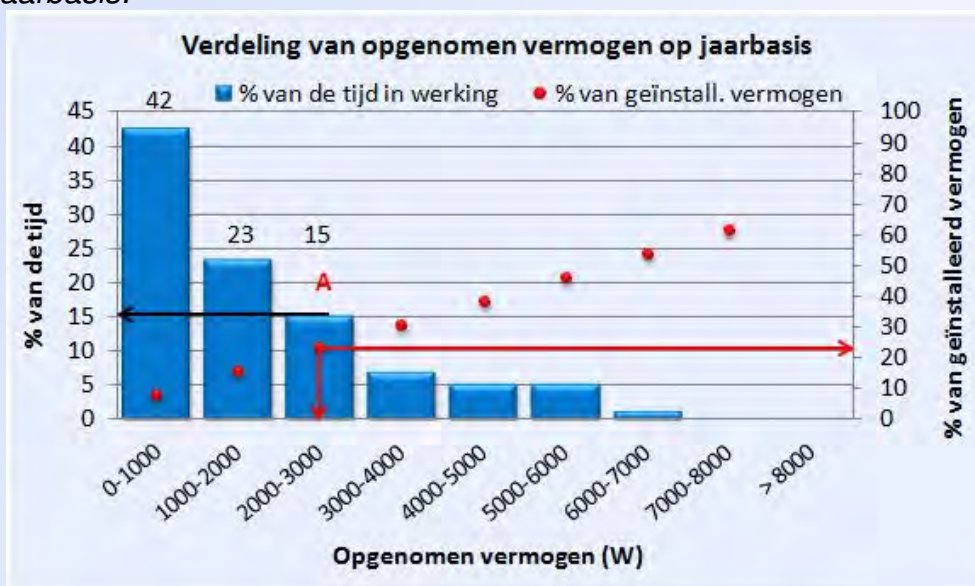
Het opgenomen vermogen (W) van de ventilatoren tijdens de meetperiode.



De groene pijlen op het jaaroverzicht duiden de start van een nieuwe mestrone aan. Nog in het jaaroverzicht duidt de rode pijl een periode aan waarvan de data ontbreken. De oranje pijl is een voorbeeld van moment waarop de stal gereinigd wordt.

De maand september is omkaderd (grijze onderbroken lijn): dit deel van de curve wordt apart uitvergroot (hierboven links). Vervolgens wordt ingezoomd op het dagverloop van de totale ventilatie op 15 september 2011 (hierboven rechts). Dit is rondedag 20 (20 dagen na opzet).

*Per mestrone werd tussen 600 kWu en 1350 kWu aan elektriciteit verbruikt, met een gemiddelde van om en bij 800 kWu. In de volledige meetperiode werd een totaalverbruik van 4680 kWu opgemeten voor 5.5 mestrondes. Dit is omgerekend een verbruik van 27 Wu/vleeskip of 0.004 €/vleeskip. Het opgenomen vermogen van de ventilatoren in werking kent volgende verdeling op jaarbasis:*



De grafiek lees je als volgt: de balkjes geven het % van de tijd aan dat er wordt geventileerd met een vermogen zoals weergegeven in de X-as. Het % van de tijd wordt weergegeven in de linker Y-as. De rode punten geven aan welk % van het totaal geïnstalleerd vermogen overeenkomt met de bijbehorende vermogenklasse zoals weergegeven in de X-as. Het % van het totaal geïnstalleerd vermogen wordt afgelezen op de rechter Y-as. Bv., het 3<sup>de</sup> balkje (met punt A) staat voor een totaal opgenomen vermogen van 2000-3000 W (rode pijl naar beneden), wat gedurende 15% van de tijd voorkomt op jaarbasis (zwarte pijl naar de linker Y-as). Dit vermogen van 2-3 kW is ongeveer 23% van het geïnstalleerd vermogen (rode pijl naar rechter Y-as). M.a.w.: (42+23+15=) 80% van de tijd dat de ventilatoren in werking zijn, wordt er geventileerd met een elektriciteitsverbruik kleiner dan of gelijk aan 23% van het geïnstalleerd vermogen.

### Bespreking:

*Op de grafiek met het jaaroverzicht zie je hoe het opgenomen vermogen varieert volgens een vast patroon. Vleeskuikens worden gedurende 42 dagen opgekweekt tot slachtrijpe vleeskippen. Deze cycli van telkens 6 weken (de opeenvolgende mestrondes, aangeduid door groene pijlen) zijn goed zichtbaar op de grafiek: het verbruik start minimaal en neemt dan stelselmatig toe. Tijdens de opzet van de kuikens wordt er minimaal geventileerd. Nadien worden telkens weer ventilatoren bijgeschakeld tot een maximale luchtverplaatsing gerealiseerd is. Op dat punt wordt er geventileerd met maximaal vermogen. Tussendoor wordt de stal gereinigd. Dit herken je aan de verbruikspiek aan het begin van een nieuwe mestrond (bv. aangeduid door de oranje pijl).*

*Op de verbruiksgrafiek van september zie je het verloop van een nagenoeg volledige mestrond. De ventilatie neemt in de loop van de tijd sterk toe. Op de grafiek van 15 september zie je hoe op een doorsnee dag de ventilatie vanaf 's middags maximaal gaat ventileren volgens de ventilatiebehoefte op dat moment in de groeifase van de dieren. Het verbruik schommelt hierbij voortdurend en blijft onder 3000 W. In dit geval zijn de 2 traploos geregelde ventilatoren en de on/off ventilator van 80cm in werking en wordt er constant bijgeregeld.*

*Uit de verdeling van het opgenomen vermogen op jaarbasis blijkt tenslotte dat het overgrote deel van de tijd geventileerd wordt aan minder dan 30% van het geïnstalleerd vermogen. De gelijkstroomventilatoren die instaan voor de trapsgewijze toename van het ventilatievolume, en die dus hoofdzakelijk in lage regimes werken, renderen optimaal in deze stal. Er wordt gedurende 80% van de tijd immers sterk bespaard op het elektrisch verbruik door het energetische voordeel van de gelijkstroomventilatoren.*

### Aanbeveling:

***Indien je een nieuwe stal bouwt of ventilatoren vervangt en je hebt een niet constante ventilatiebehoefte, overweeg dan (de overstap naar) gelijkstroomventilatoren.*** Deze zijn duurder in aankoop, maar met de huidige energieprijzen zijn ze op relatief korte tijd terugverdiend. Nadien besparen ze tot 50-70% van de verbruikte energie in vergelijking met triacgestuurde ventilatoren en tot 35-40% in vergelijking met frequentiegestuurde ventilatoren bij min/max ventilatie en 20 Pa tegendruk.





## PRAKTIJKMETING ELEKTRICITEITSVERBRUIK MECHANISCHE VENTILATIE

### JAARMETING IN EEN BIGGENSTAL, West-Vlaanderen

#### Basisgegevens:

Stal: *Biggen 7-20 kg (1800)*

Ventilatiesysteem: *Plafondventilatie (ventiel)*

Ventilator op *wisselstroom, 380 V*

Sturing: *Frequentiegestuurd*

#### Ventilatoren:

Ventilator: *StienenBE SGS 92 C4R 92cm (2)*

Max. totale luchtverplaatsing: *51648 m<sup>3</sup>/u*

Max. toerental: *900 rpm*

Totaal geïnstalleerd vermogen: *3420 W*



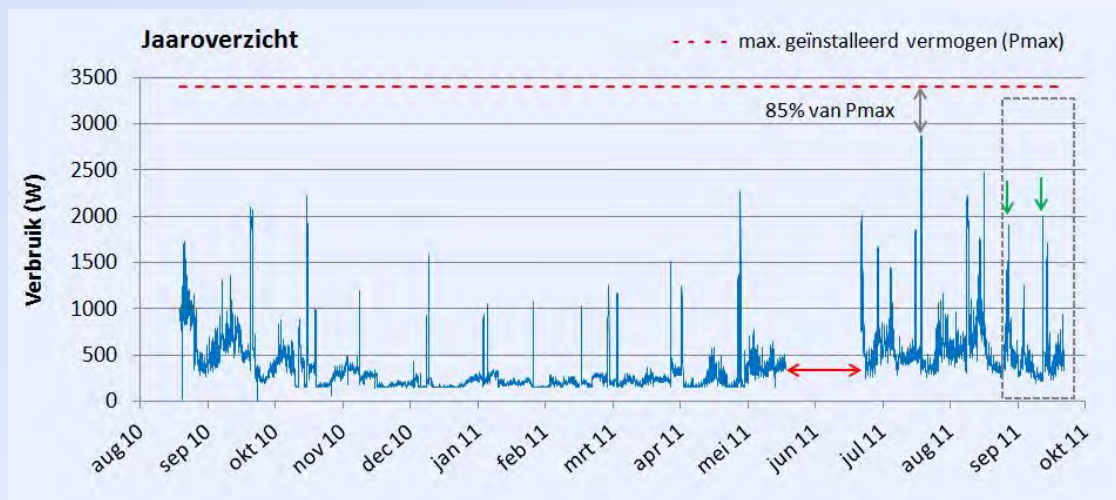
**Duur van de meting:** 12 maanden

**Plaats:** West-Vlaanderen

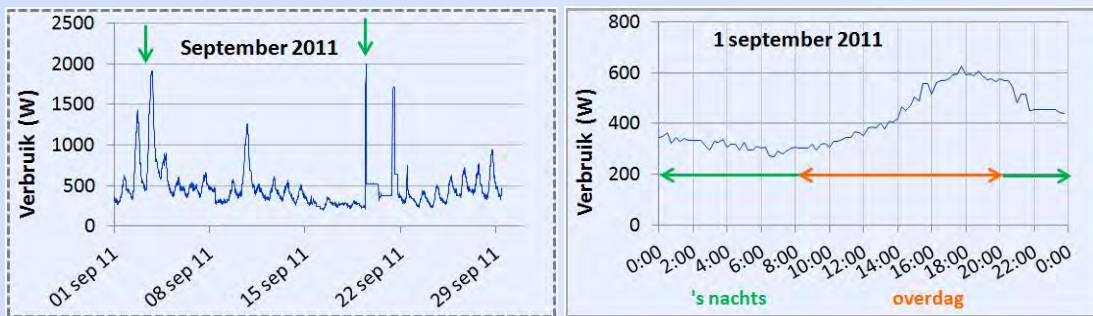
**Meetperiode:** van 19-08-2010 tot 29-09-2011.

**Proefopzet:** *Opvolging van het ventilatieverbruik in een biggenstal met centrale afzuiging en een biologische luchtwasser gedurende 1 jaar om te bepalen hoeveel procent van de tijd minimaal, maximaal of tussenliggend elektrisch verbruik gehaald wordt. Het totale vermogen dat de aanwezige ventilatoren hebben opgenomen in die tijd, wordt geregistreerd.*

#### Resultaten:



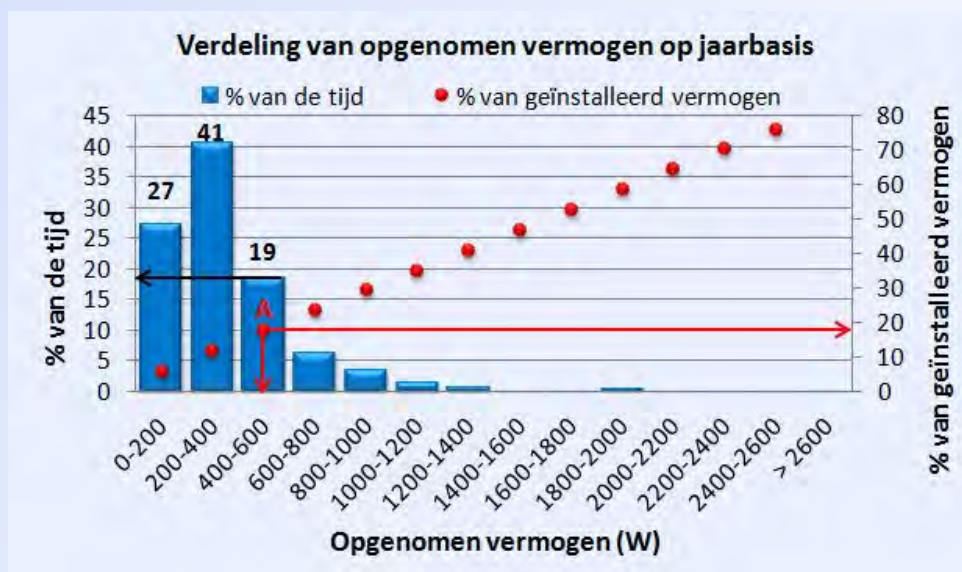
Het opgenomen vermogen (W) van de ventilator tijdens de meetperiode.



De groene pijlen op het jaaroverzicht zijn voorbeelden van momenten waarop één van de compartimenten in de stal gereinigd werd. Dit gebeurt ongeveer maandelijks. Nog in het jaaroverzicht duidt de rode pijl een periode aan waarvan de data ontbreken. De grijze dubbele pijl halverwege juli duidt aan dat er op dat moment bij stalreiniging maximaal geventileerd wordt aan 85% van het geïnstalleerde vermogen.

De maand september is omkaderd (grijze onderbroken lijn): dit deel van de curve wordt apart uitvergroot (hierboven links). Vervolgens wordt ingezoomd op het dagverloop van de totale ventilatie op 1 september 2011 (hierboven rechts).

*In de volledige meetperiode werd een totaalverbruik van 3388 kWu opgemeten gedurende 8904 u. Bij een normale stalbezetting van 1800 biggen betekent dit een verbruik van 1.85 kWu/bigplaats/jaar of jaarlijks 0.27 €/bigplaats. Het opgenomen vermogen van de ventilatoren in werking kent volgende verdeling op jaarbasis:*



De grafiek lees je als volgt: de balkjes geven het % van de tijd aan dat er wordt geventileerd met een vermogen zoals weergegeven in de X-as. Het % van de tijd wordt weergegeven in de linker Y-as. De rode punten geven aan welk % van het totaal geïnstalleerd vermogen overeenkomt met de bijbehorende vermogenklasse zoals weergegeven in de X-as. Het % van het totaal geïnstalleerd vermogen wordt afgelezen op de rechter Y-as. Bv., het 3<sup>de</sup> balkje (met punt A) staat voor een totaal opgenomen vermogen van 400-600 W (rode pijl naar beneden), wat gedurende 19% van de tijd voorkomt op jaarbasis (zwarte pijl naar de linker Y-as). Dit vermogen van 400-600 W is ongeveer 18% van het geïnstalleerd vermogen (rode pijl naar rechter Y-as). M.a.w.: (27+41+19=) 87% van de tijd wordt er geventileerd met een elektriciteitsverbruik kleiner dan of gelijk aan 18% van het geïnstalleerd vermogen.

### Bespreking:

*Op de grafiek met het jaaroverzicht zie je hoe het vermogen varieert met de seizoenen. Vanaf november t.e.m. april wordt er minimaal geventileerd. Vanaf mei neemt de ventilatiebehoefte stelselmatig toe met de grootste ventilatiebehoefte in september 2010 en augustus 2011. Tussendoor wordt de stal heel regelmatig gereinigd. Dit herken je aan de verbruikspieken (bv. aangeduid door de groene pijlen).*

*Op de verbruiksgrafiek van september herken je dagelijkse pieken die het ventilatieverloop van één dag-nachtcyclus weerspiegelen. Ook hier zie je dagen waarop de stal wordt gereinigd (aangeduid met de groene pijlen) en waarop het verbruik dus een pak hoger ligt. De grafiek van 1 september toont hoe op een doorsnee dag de ventilatie vanaf 's middags maximaal in werking treedt volgens de ventilatiebehoefte op dat moment in de groeifase van de dieren. Het verbruik neemt stelselmatig toe van 268 W in de vroege ochtend tot 624 W 's avonds. Daarna brengt de nacht verkoeling.*

*Uit de verdeling van het opgenomen vermogen op jaarbasis blijkt tenslotte dat het overgrote deel van de tijd geventileerd wordt aan minder dan 18% van het geïnstalleerd vermogen. De frequentiegestuurde hogedrukventilatoren werken grotendeels in lage regimes en renderen optimaal in deze stal. Er wordt gedurende 87% van de tijd immers sterk bespaard op het elektrisch verbruik door het energetische voordeel van de frequentiesturing. De aanwezigheid van de biologische luchtwasser vertaalt zich niet in overmatig elektrisch verbruik.*

### Aanbeveling:

***Indien je een nieuwe stal bouwt of indien je ventilatoren aan vervanging toe zijn en je hebt compartimenten met een vergelijkbare ventilatiebehoefte en de ruimte, overweeg dan het gebruik van centrale afzuiging met frequentiesturing.*** Uit de eigen praktijkmeting van de invloed van smoorunits op het verbruik bij 3 typen sturing, blijkt dat smoren van het debiet tot 50% nauwelijks effect heeft op het elektrisch verbruik, enkel op de hoeveelheid luchtverplaatsing. Dit betekent dat centrale afzuiging met centraal frequentiegestuurde ventilatoren een interessante investering zijn. Voor decentrale aansturing is frequentiesturing vrij duur.



Detail van het waspakket van de luchtwasser (boven) en de ventielopeningen van de plafondventilatie (onder).



De ventilatiecomputer en elektrische installatie in de centrale gang (onder).



## PRAKTIJKMETING ELEKTRICITEITSVERBRUIK MECHANISCHE VENTILATIE

### JAARMETING IN EEN VLEESVARKENSSTAL, Limburg

#### Basisgegevens:

Stal: *Vleesvarkens (96)*

Ventilatiesysteem: *Grondkanaalventilatie*

Ventilator op *gelijkstroom, 230 V*

#### Ventilatoren:

Ventilator: *Ziehl-Abegg Etavent 50 cm*

Max. totale luchtverplaatsing: *8080 m<sup>3</sup>/h*

Totaal geïnstalleerd vermogen: *421 W*



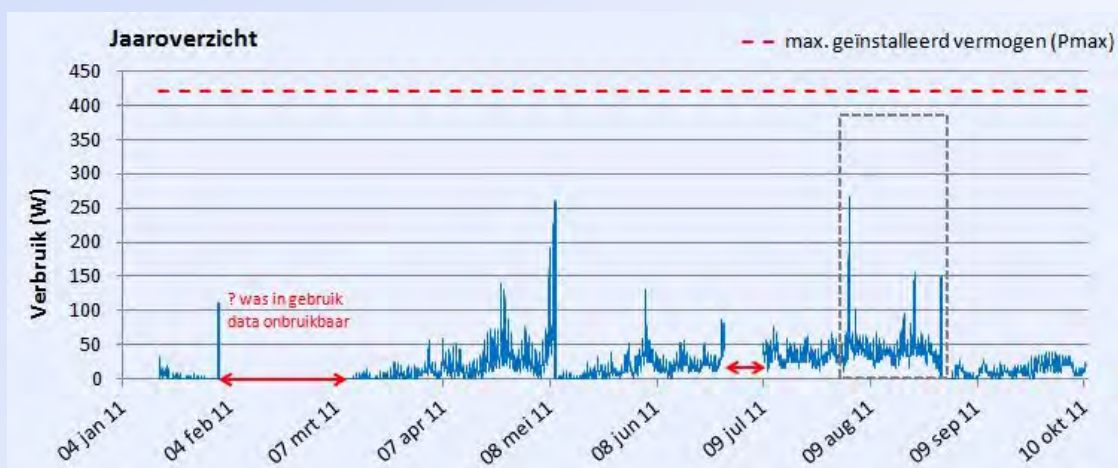
**Duur van de meting:** 9 maanden

**Plaats:** *Oost-Vlaanderen*

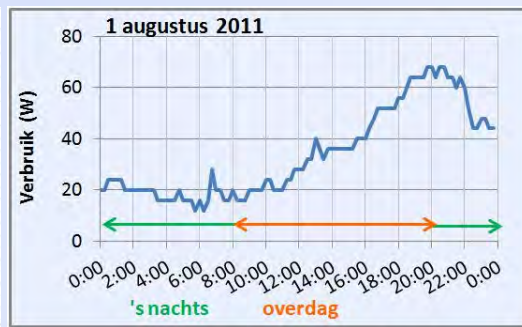
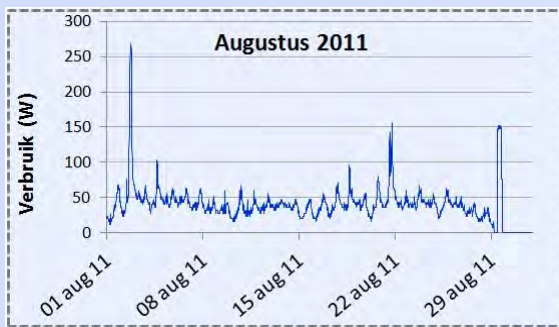
**Meetperiode:** van *14-01-2011* tot *10-10-2011*.

**Proefopzet:** *Opvolging van het ventilatieverbruik in een vleesvarkensstal gedurende 3/4 jaar om te bepalen hoeveel procent van de tijd minimaal, maximaal of tussenliggend elektrisch verbruik gehaald wordt. Het totale vermogen dat de aanwezige ventilator heeft opgenomen in die tijd, wordt geregistreerd.*

#### Resultaten:

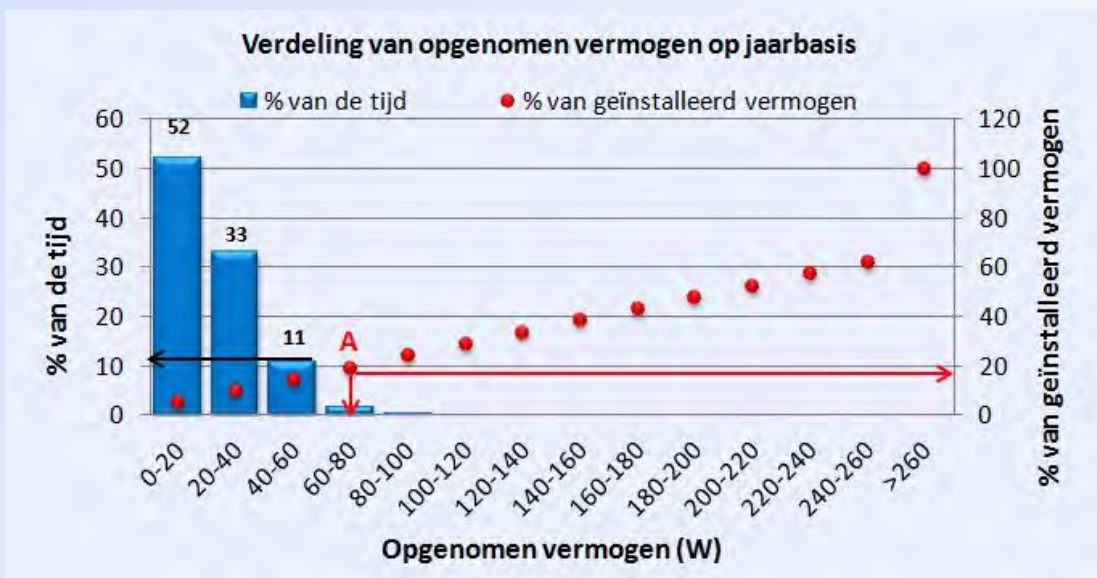


Het opgenomen vermogen (W) van de ventilator tijdens de meetperiode.



De rode pijlen op het jaaroverzicht duiden een periode aan waarvan de data ontbreken. In de eerste periode (februari) werd aanhoudend 0 W geregistreerd terwijl de ventilator in werking was. Deze gegevens uit die meetperiode zijn onbruikbaar ( $\pm 1000u$ ). In totaal werden 5174 bruikbare uren geregistreerd, gelijk aan 215 dagen. De maand augustus is omkaderd (grijze onderbroken lijn): dit deel van de curve wordt apart uitvergroot (hierboven links). Vervolgens wordt ingezoomd op het dagverloop van de totale ventilatie op 1 augustus 2011 (hierboven rechts).

Voor de basisventilatie in de koude maanden (september-maart) werd nauwelijks meer dan 14.7 kWu aan elektriciteit verbruikt. In de volledige meetperiode van 5174 u werd een totaalverbruik van 183 kWu opgemeten. Dit is omgerekend een verbruik van 1.90 kWu/dierplaats/j of 0.28 €/dierplaats. Het opgenomen vermogen van de ventilator in werking kent volgende verdeling op jaarbasis:



De grafiek lees je als volgt: de balkjes geven het % van de tijd aan dat er wordt geventileerd met een vermogen zoals weergegeven in de X-as. Het % van de tijd wordt weergegeven in de linker Y-as. De rode punten geven aan welk % van het totaal geïnstalleerd vermogen overeenkomt met de bijbehorende vermogenklasse zoals weergegeven in de X-as. Het % van het totaal geïnstalleerd vermogen wordt afgelezen op de rechter Y-as. Bv., het 4<sup>de</sup> balkje (met punt A) staat voor een totaal opgenomen vermogen van 60-80 W (rode pijl naar beneden), wat gedurende 11% van de tijd voorkomt op jaarbasis (zwarte pijl naar de linker Y-as). Dit vermogen van 60-80 W is ongeveer 19% van het geïnstalleerd vermogen (rode pijl naar rechter Y-as). M.a.w.:  $(52+33+11+2)= 98\%$  van de tijd wordt er geventileerd met een elektriciteitsverbruik kleiner dan of gelijk aan 19% van het geïnstalleerd vermogen.

### **Bespreking:**

*Op de grafiek met het jaaroverzicht zie je hoe het vermogen varieert met de seizoenen. Van januari t.e.m. maart wordt er minimaal geventileerd. Vanaf april neemt de ventilatiebehoefte toe. Je herkent de warme meimaand (2011) met een duidelijk hoger elektrisch verbruik dan de daaropvolgende zomermaand juni. De grootste ventilatiebehoefte werd opgemeten in augustus 2011. Tussendoor wordt de stal gereinigd. Dit herken je aan de plotse verbruikspieken.*

*Op de verbruiksgrafiek van augustus herken je dagelijkse pieken die het ventilatieverloop van één dag-nachtcyclus weerspiegelen. Op 2 augustus werd de stal gereinigd (>250 W). De grafiek van 1 augustus toont hoe de ventilatie overdag varieert van minimaal 12 W in de vroege ochtend tot maximaal 68 W op de avond, volgens de ventilatiebehoefte op dat moment in de groeifase van de dieren. 's Nachts is er natuurlijke koeling.*

*Uit de verdeling van het opgenomen vermogen op jaarbasis blijkt tenslotte dat bijna uitsluitend (ruim 98% van de tijd!) geventileerd wordt aan minder dan 19% van het geïnstalleerd vermogen. De gelijkstroomventilator werkt steeds in zeer laag regime en rendeert optimaal in deze stal. Er wordt gedurende 98% van de tijd immers zeer sterk bespaard op het elektrisch verbruik door het energetische voordeel van de gelijkstroomventilator. Het opgemeten kengetal van 1.95 kWu/dierplaats/j is extreem laag voor vleesvarkens!*

### **Aanbeveling:**

***Een gelijkstroomventilator is een absolute aanrader om energie te besparen, zeker wanneer je vaak bij lage ventilatiebehoefte ventileert.***

*Uit de eigen praktijkmeting blijkt bovendien dat gelijkstroomventilatoren tot 3.4x efficiënter zijn dan triacgestuurde ventilatoren bij minimumventilatie en nog ruim 2x efficiënter bij maximumventilatie. Ten opzichte van frequentiegestuurde ventilatoren zijn de verschillen kleiner en blijken de gelijkstroomventilatoren tussen 1.6x en 1.8x efficiënter te zijn. Deze bevindingen gelden voor normale tegendrukken in de stal ( $\pm 20$  Pa).*





Overzicht van het compartiment met 96 vleesvarkens (boven), de gelijkstroomventilator (onder links), de meetkast (onder rechts), en de vleesvarkens zelf (helemaal onderaan).



## Pluimveebedrijf – legkippen, Oost-Vlaanderen

### 1. Resultaten energiescan

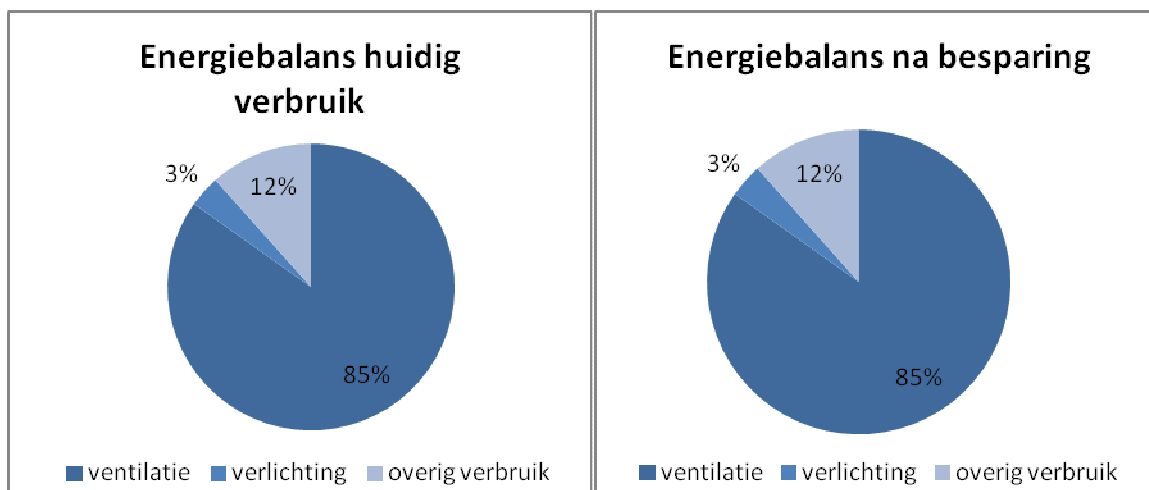
Bedrijf	
Locatie	Oost-Vlaanderen
type bedrijf	Pluimvee legkippen
aantal	
legkippen	150.000
<b>(waarvan stal 1)</b>	<b>(44.000)</b>

energiebalans pluimvee	elektriciteit								
	huidig verbruik			Besparing*			na besparing		
	kWh/jaar	€/jaar	%	kWh/jaar	€/jaar	%	kWh/jaar	€/jaar	%
ventilatie	475.637	68.967	85	-	-	-	475.637	68.967	85
verlichting	20.011	2.902	4	-	-	-	20.011	2.902	4
overig verbruik	65.011	9.427	12	-	-	-	65.011	9.427	12
<b>TOTAAL</b>	<b>560.659</b>	<b>81.296</b>		<b>-</b>	<b>-</b>	<b>100</b>	<b>560.659</b>	<b>81.296</b>	<b>100</b>

\*tarief elektriciteit **0,145 €/kWh**

(1) Beschrijvingen energiebesparende maatregelen

Uit de energiescan blijkt dat er op het vlak van ventilatie geen energiebesparing mogelijk is



Investerings ventilatie		
	kWh	€/jaar
huidig verbruik	475.637	8.082
verbruik na besparing	475.637	4.878
Besparing	-	3.181
kost (€)		
Investering	-	
subsidie (vlif) 20%	-	
Eandis (0,035€/kWhprim)	-	
TVT		
zonder subsidie	-	
met subsidie	-	

## 2. Kengetallen

Kengetallen		
bedrijf	kWh/legkip	€/legkip
ventilatie	<b>3,17</b>	<b>0,46</b>
totaal	3,74	0,54

## 3. Gegevens simulatie lange termijnmeting

Meting ILVO lange termijn			
Afdeling	<b>Stal 1 (44.000 legkippen)</b>		
type ventilatoren	Aan/uit ventilatoren		
vent.-systeem	Mestdroging (minimum ventilatie)		
aantal	8	Pa	m <sup>3</sup> /h
diameter	92	150	17.820
			W/(1000m <sup>3</sup> /h)
			113.2
Type ventilatoren	Trappenregeling		
Vent.-systeem	Wandventilatie		
Aantal	10	Pa	m <sup>3</sup> /h
Diameter	140	30	32.000
			55
Verbruik	kWh		
Mestdroging	123.088		
Wandventilatie	32.998		
Totaal	156048		

**BESLUIT:** het hier berekende kengetal van 3,17 kWu/legkip voor het ganse bedrijf komt goed overeen met het gemeten kengetal van 3,36 kWu/dierplaats voor stal 1. Merk op dat het bedrijf een tweede stal heeft die recenter werd gebouwd en energie-efficiënter is dan de eerste.

## Semi-gesloten varkensbedrijf, West-Vlaanderen

### 1. Resultaten energiescan

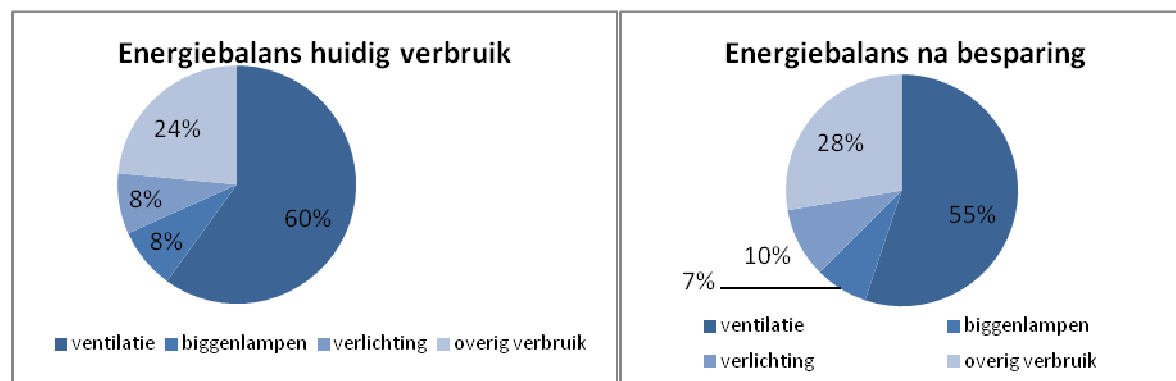
Bedrijf	
Locatie	West Vlaanderen
Type bedrijf	Varkens-semi gesloten
Aantal	
Zeugen	400
Vleesvarkens	1700
<b>Biggen (7-20kg)</b>	<b>1800</b>

Energiebalans elektriciteit varkens									
	Huidig verbruik			Besparing (1)			Na besparing		
	kWh/jaar	€/jaar	%	kWh/jaar	€/jaar	%	kWh/jaar	€/jaar	
Ventilatie	90.246	13.086	60	20.019	2.903	86%	70.227	10.183	55
Biggenlampen	12.514	1.815	8	3.129	454	14%	9.386	1.361	7
Verlichting	12.389	1.796	8	-	-	0%	12.389	1.796	10
Overig verbruik	35.322	5.122	23	-	-	0%	35.322	5.122	28
<b>TOTAAL</b>	<b>150.471</b>	<b>21.818</b>		<b>23.148</b>	<b>3.356</b>	<b>100</b>	<b>127.324</b>	<b>18.462</b>	<b>100</b>

\*tarief elektriciteit                      **0,145**      €/kWh

#### (1) Beschrijvingen energiebesparende maatregelen

	Diameter (cm)	Aantal	Type
<b>Ventilatie</b>	35	1	Vervangen wisselstroom ventilatoren met triac sturing 380V ventilatoren met frequentiesturing
	45	9	
	50	6	
	56	3	
	63	2	



Investerings ventilatie		
	kWh	€/jaar
Huidig verbruik	90.246	8.082
Verbruik na besparing	70.227	4.878
Besparing	20.019	3.181
kost (€)		
Investering	19.865	
subsidie (vlif) 20%	3.973	
Eandis (0,035€/kWhprim)	1.752	
TVT		
zonder subsidie	6,2	
met subsidie	4,4	

## 2. kengetallen

Kengetallen					
Referentie	kWh/zeug	€/zeug		kWh/VV	€/VV
ventilatie	85,31	12,38	ventilatie	24,00	3,48
totaal	168,00	24,56	totaal	30,00	4,35

ventilatie bedrijf	kWh/zeug	€/zeug		kWh/VV	€/VV
Voor besparing	<b>126,96</b>	<b>18,41</b>	Voor besparing	<b>23,21</b>	<b>3,37</b>
na besparing	<b>116,37</b>	<b>16,87</b>	na besparing	<b>13,93</b>	<b>2,02</b>

## 3. Gegevens simulatie lange termijnmeting

Meting					
Afdeling	<b>biggenstal (stal 4, 2008)</b>				
type ventilatoren	wisselstroom-frequentiesturing				
vent.-systeem	centrale afzuiging				
aantal	2				
diameter	92				
Verbruik	kWh	m <sup>3</sup> /h	W/(1000m <sup>3</sup> /h)		
max	8.557	24.920	98	20%	
min	5.808	11.840	35	80%	
totaal	14.366				

**BESLUIT:** in deze berekening werd geen onderscheid gemaakt tussen biggen en zeugen. Het hier berekende kengetal van 126,96 kWu/zeugplaats is totaal niet te vergelijken met het gemeten kengetal van 1,85 kWu/bigplaats. Een apart kengetal voor kWu/bigplaats/j in Vlaanderen is niet bekend.

## Gesloten varkensbedrijf, Limburg: vleesvarkensstal

### 1. Resultaten energiescan

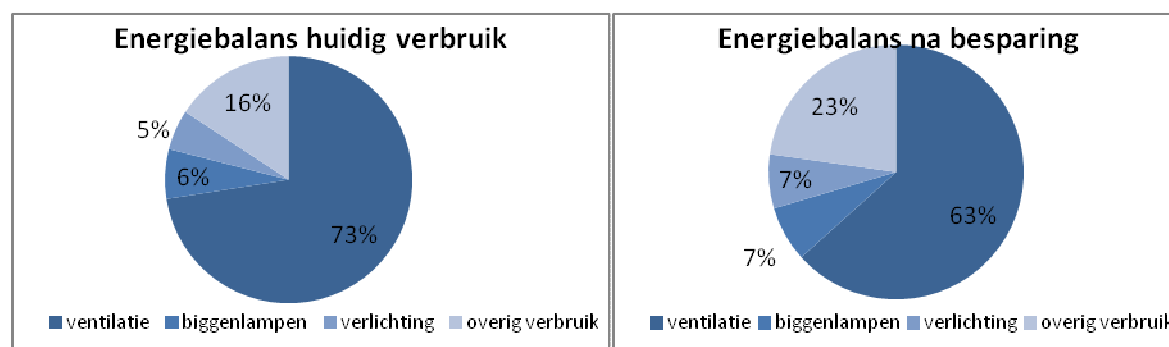
Bedrijf	
Locatie	Limburg
type bedrijf	varkens-gesloten
aantal	
zeugen	260
vleesvarkens	1400
biggen (7-20kg)	850

energiebalans elektriciteit varkens									
	huidig verbruik			Besparing (1)			na besparing		
	kWh/jaar	€/jaar*	%	kWh/jaar	€/jaar*	%	kWh/jaar	€/jaar*	%
ventilatie	55.737	8.082	73	21.936	3.181	95%	33.642	4.878	63
biggenlampen	4.992	724	6	1.248	181	5%	3.744	543	7
verlichting	4.048	587	5	-	-	0%	3.646	529	7
overig verbruik	12.092	1.753	16	-	-	0%	12.082	1.752	23
<b>TOTAAL</b>	<b>76.869</b>	<b>11.146</b>		<b>23.184</b>	<b>3.362</b>	<b>100%</b>	<b>53.114</b>	<b>7.702</b>	<b>100</b>

\*tarief elektriciteit **0,145 €/kWh**

#### (1) Beschrijvingen energiebesparende maatregelen

	Diameter (cm)	Aantal	Type
<b>Ventilatie</b>	<b>35</b>	<b>4</b>	Vervangen wisselstroom- door gelijkstroom ventilatoren
	<b>40</b>	<b>6</b>	Vervangen wisselstroom- door gelijkstroom ventilatoren
	<b>45</b>	<b>6</b>	Vervangen wisselstroom- door gelijkstroom ventilatoren
	<b>50</b>	<b>7</b>	Vervangen wisselstroom- door gelijkstroom ventilatoren



Investerings ventilatie		
	kWh	€/jaar
huidig verbruik	55.737	8.082
verbruik na besparing	33.642	4.878
Besparing	21.936	3.181
kost (€)		
Investering (23 ventilatoren+randapparatuur)	18.650	
subsidie (vlijf) 20%	3.730	
netbeheerder (0,035€/kWhprim)	1.919	
TVT		
zonder subsidie	5,9	
met subsidie	4,1	

## 2. Kengetallen

Kengetallen					
Referentie	kWh/zeug	€/zeug*		kWh/VV	€/VV*
ventilatie	85,31	12,38	ventilatie	24,0	3,48
totaal	168,00	24,56	totaal	30	4,35
Ventilatie bedrijf					
	kWh/zeug	€/zeug		kWh/VV	€/VV
Voor besparing	<b>91,78</b>	<b>13,31</b>	Voor besparing	22,65	<b>3,28</b>
na besparing	<b>63,07</b>	<b>9,15</b>	na besparing	10,85	<b>1,57</b>

\*tarief 0.145 €/kWh

## 3. Gegevens simulatie lange termijnmeting

Meting ILVO lange termijn					
Afdeling	<b>Stal 3 M2 Mestvarkens</b>				
type ventilatoren	gelijkstroom				
vent.-systeem	kanaalventilatie				
aantal	<b>3</b>				
diameter	50				
Verbruik	kWh	m <sup>3</sup> /h	W/(1000m <sup>3</sup> /h)		
max	2.442	7.930	58,6	20%	
min	1.053	2.650	18,9	80%	
totaal	3.495				

**BESLUIT:** het hier berekende kengetal van 1,57 kWu/vleesvarken voor het ganse bedrijf (na besparing, in dit geval het plaatsen van gelijkstroomventilatoren) komt goed overeen met het gemeten kengetal van 1.90 kWu/dierplaats/j. Merk op dat het bedrijf 1400 vleesvarkens heeft. In de berekening van de energiescan worden verschillende gewichtscategorieën niet onderscheiden.

### 3.2. Rekenmodule voor energiebesparing

De rekenmodule die hier wordt aangeboden, is een eenvoudige maar daardoor ook ietwat grove manier om snel een idee te krijgen van (1) de te verwachten ventilatiekost op het bedrijf per dierplaats per jaar, gegeven het geïnstalleerde vermogen van de ventilator, het ventilatiesysteem, en de dieren die er gehuisvest zijn, en (2) de mogelijke energiebesparing bij het nemen van een maatregel. De formule is voornamelijk toepasbaar in de varkenshouderij, waar ventilatie doorgaans minder complex is. In de pluimveehouderij wordt er met meerdere ventilatiegroepen tegelijk gewerkt die samen de totale ventilatiebehoefte van minimum naar maximum regelen. De meeste ventilatoren zullen daarbij steeds maximaal functioneren terwijl andere grotendeels bij een verlaagd toerental opereren. Deze complexiteit zit niet vervat in de aangeboden rekenformule.

Ideaal gezien beschik je over een aantal gegevens of cijfers van je eigen ventilatie-installatie. Als je geen idee hebt van bepaalde waarden, dan kan je gebruik maken van één van de veel voorkomende waarden zoals die zijn weergegeven in tabellen. De bedoeling is om een idee te krijgen van de grootteorde van mogelijke besparingen.

De formule ziet eruit als volgt:

$$\frac{\langle Q \rangle}{1000} \times V_{\text{efficiëntie}} \times t_{\text{werking}} \times \frac{1}{1000} = P_{\text{eff}} = \text{verbruik/dierplaats/jaar (kWu/dierplaats/j)} \quad (1)$$

met <sup>1</sup> $\langle Q \rangle$  = gemiddelde ventilatiebehoefte op jaarbasis ( $\text{m}^3/\text{u}/\text{dierplaats}$ )

<sup>2</sup> $V_{\text{efficiëntie}}$  = ventilatorefficiëntie ( $\text{W}/(1000\text{m}^3/\text{u})$ )

<sup>3</sup> $t_{\text{werking}}$  = aantal uur dat de ventilator in werking is (u)

$P_{\text{eff}}$  = effectief opgenomen vermogen door de ventilator(s) (kWu)

Deze formule berekent het opgenomen elektrische vermogen van één enkele ventilator in functie van het gevraagde debiet.

<sup>1</sup>Om  $\langle Q \rangle$  te bepalen, vertrek je van de ventilatienormen zoals weergegeven in Tabel 3 voor varkens en Tabel 4 voor pluimvee. Het jaargemiddelde bereken je door je eigen ventilatieregime toe te passen op de minimum- en maximum ventilatiebehoefte voor jouw stalsysteem uit de tabel. Doorgaans wordt er geventileerd in een 80/20 regime, wat betekent dat je 80% van de tijd de minimumventilatie hanteert en 20% van de tijd de maximumventilatie. De berekening is dan volgens de formule:

$$\langle Q \rangle = (a_1 \times Q_{\text{min}}) + (a_2 \times Q_{\text{max}}) \quad (2)$$

met standaard  $a_1 = 0.8$  (80% van de tijd) en  $a_2 = 0.2$  (20% van de tijd) en steeds geldt:  $a_1 + a_2 = 1$ . Voor een vleesvarkensstal (110 kg) met grondkanaalventilatie is de gemiddelde ventilatiebehoefte op jaarbasis  $(0.8 \times 14) + (0.2 \times 60) = 23.2 \text{ m}^3/\text{u}/\text{dierplaats}$ .



<sup>2</sup> Om  $V_{\text{efficiëntie}}$  te bepalen; raadpleeg je een testrapport van je ventilator, waarvan een voorbeeld is weergegeven in Fig. 4, of raadpleeg je de ventilatorspecificaties, waarvan een voorbeeld is weergegeven in Fig. 8. Staat de waarde er rechtstreeks in vermeld, mogelijk onder de noemer 'specific fan power' en steeds te herkennen aan de eenheid 'W/(1000m<sup>3</sup>/u)', dan kan je die waarde overnemen voor de tegendruk die geldt voor jouw stalsysteem (zie Tabel 2 of 3). Vind je alleen waarden voor het opgenomen elektrisch vermogen, uitgedrukt in W (totaal, niet door de motor), en gerealiseerde luchtverplaatsing (m<sup>3</sup>/u), dan bereken je zelf de efficiëntie van je ventilator voor jouw stalsysteem als volgt:

$$V_{\text{efficiëntie}} = \frac{P_{\text{opgenomen}} \times 1000}{Q} \quad (3)$$

met  $P_{\text{opgenomen}}$  = het opgenomen vermogen van de ventilator in Watt ('Power' en niet 'Axis Power' of asvermogen van de motor!) bij de geldende tegendruk in jouw stal, en  $Q$  = het gerealiseerde ventilatiedebiet in m<sup>3</sup>/u bij de geldende tegendruk in jouw stal.

Uit Fig. 8 berekenen we de ventilatorefficiëntie van een ventilator met diameter 50 ('IF50') in een stal met combiventilatie (tegendruk = 30 Pa, 'Pressure in Pa') als:

$$V_{\text{efficiëntie}} = (470 \times 1000)/8120 = 57.9 \text{ W}(1000\text{m}^3/\text{u}).$$

*Nota. Bij frequentiesturing heb je tabellen waarbij er waarden staan voor maximumventilatie (50 Hz) en minimumventilatie (bv. 10 H afhankelijk van de te overwinnen tegendruk, dus afhankelijk van je stalsysteem). In dat geval kan je de formule nog verfijnen. Wij werken voor de eenvoud met de maximale waarden.*

Tabel 3. Ventilatiënormen voor varkens. Bron: Klimaatplatform van de varkenshouderij, WUR

VARKENS	Lage ventilatiënormen*: → klep-, deur-, grondkanaalventilatie		Hoge ventilatiënormen*: → ventiel-, plafondventilatie	
	Min. ventilatie- behoefte ( $Q_{\text{min}}$ ) (m <sup>3</sup> /u/dierplaats)	Max. ventilatie- behoefte ( $Q_{\text{max}}$ ) (m <sup>3</sup> /u/dierplaats)	Min. ventilatie- behoefte ( $Q_{\text{min}}$ ) (m <sup>3</sup> /u/dierplaats)	Max. ventilatie- behoefte ( $Q_{\text{max}}$ ) (m <sup>3</sup> /u/dierplaats)
<b>Diercategorie</b>				
Dragende zeug	18	120	25	150
Zeug in kraamstal	35	200	50	250
Pas gespeende big	2	10	3	12
Big 20 kg	6	20	9	25
Vleesvarken 25 kg	6	20	8	30
Vleesvarken 50 kg	11	40	15	55
Vleesvarken 110 kg	14	60	20	80

\*Gebruik voor buis- en combiventilatie gemiddelde waarden van de lage en hoge ventilatiënormen. Bijvoorbeeld, de minimum ventilatiebehoefte wordt dan  $(18+25)/2 = 21.5$  of 22 m<sup>3</sup>/u/dierplaats.

<sup>3</sup>Om het aantal uur te bepalen dat de ventilator in werking is ( $t_{\text{werking}}$ ), vermenigvuldig je het aantal dagen in het jaar waarop de ventilatie draait met het aantal uren per dag waarop er geventileerd wordt. Standaard wordt uitgegaan van 24u/24u en het jaar rond per dierplaats. In dat geval is  $t_{\text{werking}}$  gelijk aan  $365 \times 24 = 8760$  u.

Tabel 4. Ventilatiennormen voor pluimvee. Bron: Klimaatplatform voor de pluimveehouderij, WUR

PLUIMVEE	Ventilatiennormen per gewicht:		Ventilatiennormen <sup>1</sup> :	
	nok-, dwars-, lengte-, tunnelventilatie		nok-, dwars-, lengte-, tunnelventilatie	
	Min. ventilatie-behoefte ( $Q_{min}$ ) ( $m^3/u/kg$ )	Max. ventilatie-behoefte ( $Q_{max}$ ) ( $m^3/u/kg$ )*	Min. ventilatie-behoefte ( $Q_{min}$ ) ( $m^3/u/dierplaats$ )	Max. ventilatie-behoefte ( $Q_{max}$ ) ( $m^3/u/dierplaats$ )
Diercategorie				
Vleeskippen				
0 dagen	0.06 <sup>2</sup>	0.19 <sup>2</sup>		
3 dagen	0.10 <sup>2</sup>	0.30 <sup>2</sup>		
7 dagen	0.20 <sup>2</sup>	0.61 <sup>2</sup>		
14 dagen	0.50 <sup>2</sup>	1.52 <sup>2</sup>		
21 dagen	0.94 <sup>2</sup>	2.85 <sup>2</sup>	1360 <sup>3</sup>	4134 <sup>3</sup>
28 dagen	1.50 <sup>2</sup>	4.56 <sup>2</sup>		
35 dagen	2.13 <sup>2</sup>	6.46 <sup>2</sup>		
42 dagen	2.88 <sup>2</sup>	8.74 <sup>2</sup>		
Legkippen	0.7	3.6-4.0 of 3.8	1.33	7.22

<sup>1</sup> Waarden zijn herberekend voor een gemiddeld gewicht van 1.9 kg voor leghennen en een gemiddeld eindgewicht van 2.3 kg voor vleeskippen, geïntegreerd volgens de gewichtstoename tijdens de groei (in 8 stappen).

<sup>2</sup> Ventilatiebehoefte voor vleeskippen is uitgedrukt in  $m^3/u/dier$  in functie van hun leeftijd dus gewicht.

<sup>3</sup> De (gewogen) gemiddelde ventilatiebehoefte voor vleeskippen is uitgedrukt in  $m^3/u/dier$  (totale ventilatiebehoefte tijdens de volledige mestronde of opweekperiode van 1008 u). De minimumwaarde geldt voor mestrondes in de koude perioden van het jaar waarin de minimum ventilatiebehoefte geldt. Zo geldt de maximumwaarde voor mestrondes in de warme perioden waarin de maximum ventilatiebehoefte geldt. In een tussenseizoen zal de ventilatiebehoefte tussen de minimum- en maximumwaarde liggen en werd deze berekend op 2747  $m^3/u/dier$ .

TYPE	Revolutions RPM	Voltage V	Motor current A	Power <sup>2</sup> W	Axis power W	Noise level <sup>3</sup> dB(A)	Control <sup>3</sup>	Airflow in m <sup>3</sup> /h								
								Pressure in Pa (Pascal)								max. airflow / max.pres
								0	30	50	100	150	200	250	300	
IF35	1400	200-240	1.2	231	109	57 (46)	A+IO	3,540	3,180	2,820						2,630 / 60
IF40	1400	200-240	1.4	286	185	60 (49)	A+IO	5,240	4,810	4,410						3,900 / 72
IF45	1400	200-240	1.7	359	275	63 (52)	A+IO	6,820	6,390	6,110	5,420					4,860 / 95
IF50	1400	200-240	2.3	470	375	68 (52)	A+IO	8,820	8,120	7,790	6,670					6,510 / 105
IF50P	1400	200-240	3.2	683	589	72 (61)	A+IO	10,190	9,740	9,490	8,470					7,550 / 122
IF56	1400	200-240	3.0	653	612	72 (61)	A+IO	12,300	11,530	11,070	9,730					8,380 / 134
IF63	1400	200-240	3.1	672	644	69 (58)	A+IO	14,370	13,030	12,120	9,520					9,140 / 106
IF80	900	200-240	4.0	911	737	66 (55)	A+IO	20,800	19,100	17,940	14,300					13,590 / 108
IF92	900	200-240	4.0	908	765	66 (55)	A+IO	23,510	21,280	19,570	14,040					13,910 / 101

Figuur 8. Voorbeeld van de ventilatorspecificaties in een technische fiche. Bron: Fancom.

De vergelijking kan verder gebruikt worden om de kostprijs te bepalen, uitgedrukt in €/dierplaats/j:

$$\frac{\langle Q \rangle}{1000} \times V_{\text{efficiëntie}} \times t_{\text{werking}} \times \frac{1}{1000} \times p_{\text{kWu}} = \text{kostprijs/dierplaats/jaar (€/dierplaats/j)} \quad (4)$$

waarbij  $p_{\text{kWu}}$  de kostprijs is voor 1 kWu elektriciteit. Anno 2011 kan je rekenen met een waarde van 0.145€/kWu. Als je de exacte waarde kent van jouw energieleverancier, gebruik dan die waarde.

### 3.2.1. Hoe bereken je de verwachte ventilatiekost?

Herhaal de berekening voor elk geventileerd compartiment. Werk je met centrale afzuiging, dan zijn de ventilator karakteristieken die je gebruikt deze van de ventilatoren in het centrale afzuigkanaal. Alle compartimenten die in verbinding staan met het centrale kanaal en die dus verlucht worden door de centrale hogedrukventilatoren worden met deze berekening berekend. Zijn er twee identieke hogedrukventilatoren in het centrale afzuigkanaal, dan geldt deze formule voor beide (1 berekening). Zij nemen een gelijk vermogen op per dierplaats per jaar (want ze worden centraal aangestuurd). Ook wanneer je twee of meer identieke ventilatoren in één compartiment hebt, geldt bovenstaande formule voor elk van de ventilatoren.

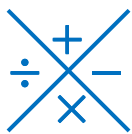
Er zijn twee manieren om de totale ventilatiekost van een compartiment te bepalen:

**1.** Ofwel vertrek je van de **ventilatiekost per dierplaats per jaar** en vermenigvuldig je die met het **aantal dierplaatsen** van het betreffende compartiment. Vul dan vergelijking (4) in met de gegevens die van toepassing zijn voor jouw compartiment(en). Maak hiervoor gebruik van vergelijking (2) en indien nodig vergelijking (3). Dit geeft je de kostprijs per dier.

**2.** Ofwel reken je meteen met de **werkelijk ingestelde waarden voor minimum en maximum ventilatie** van je ventilator (die zijn in principe ingesteld op het gemiddeld aantal aanwezige dieren). In dat geval bereken je  $\langle Q \rangle$  in vergelijking (4) op basis van vergelijking (2) maar met de werkelijke waarden voor  $Q_{\text{min}}$  en  $Q_{\text{max}}$ , en niet deze uit de tabellen 2, 3 of 4 ( $\text{m}^3/\text{u}/\text{dierplaats}$ ).

Het resultaat is de ventilatiekost voor dat compartiment. Heb je meerdere ventilatoren per compartiment, let dan op dat je niet dubbel telt! Meerdere ventilatoren zorgen samen voor het gevraagde totale debiet, en elke ventilator neemt dus een deel ervan voor zijn rekening. Als je volgens de tweede methode werkt, kan je je normaal niet vergissen.

Doe dit voor al je compartimenten, tel de individuele ventilatiekosten op, en je hebt de totale te verwachten ventilatiekost voor je bedrijf.



*Rekenvoorbeeld. Een landbouwer heeft een stal met 5 individueel geventileerde compartimenten. In 2 ervan zitten vleesvarkens van 50 kg, is er plafondventilatie en hangen ventilatoren met een energie-efficiëntie van 56 W/(1000m<sup>3</sup>/u). In een derde stal is er deurventilatie en zitten vleesvarkens van 25 kg. De ventilator is ouder en heeft een efficiëntie van 75 W/(1000m<sup>3</sup>/u). In stallen 4 en 5 zitten vleesvarkens van 110 kg. Daar wordt er geventileerd met een combi-systeem en verbruiken de ventilatoren 68 W/(1000m<sup>3</sup>/u). De landbouwer hanteert het 80/20 regime. Elk compartiment telt 100 varkens. De stal is het ganse jaar door bezet. Zijn totale te verwachten ventilatiekost is:*

*Voor stallen 1 en 2: De gemiddelde ventilatiebehoefte is 23m<sup>3</sup>/u/dierplaats. Er wordt 8760 u geventileerd. Dit betekent 11.28 kWu/dierplaats/j, of in totaal jaarlijks 1128 kWu verbruik voor 1 compartiment met 100 varkens. De ventilatiekost voor stal 1 en ook 2 bedraagt 163.6 €.*

*Voor stal 3: De gemiddelde ventilatiebehoefte is 8.8 m<sup>3</sup>/u/dierplaats. Er wordt 8760 u geventileerd. Dit betekent 5.78 kWu/dierplaats/j, of in totaal jaarlijks 578 kWu verbruik voor dit compartiment met 100 varkens. De ventilatiekost voor stal 3 bedraagt 83.8 €.*

*Voor stallen 4 en 5: De gemiddelde ventilatiebehoefte wordt berekend op het gemiddelde van de lage en hoge ventilatienorm uit tabel 3, en bedraagt (0.8\*17+0.2\*70=) 27.6 m<sup>3</sup>/u/dierplaats. Er wordt 8760 u geventileerd. Dit betekent 16.44 kWu/dierplaats/j, of in totaal jaarlijks 1644 kWu verbruik voor 1 compartiment met 100 varkens. De ventilatiekost voor stal 4 en ook 5 bedraagt 238.4 €.*

*De totale te verwachten ventilatiekost op jaarbasis is (2\*163.6) + 83.8 + (2\*238.4) = 887.8 €.*

### 3.2.2. Hoe besparingen doorrekenen?

Voor het doorrekenen van mogelijke besparingen op je bedrijf, gebruiken we een licht aangepaste versie van vergelijking (4), weergegeven in vergelijking (5):

$$A \times \frac{\langle Q \rangle}{1000} \times B \times V_{\text{efficiëntie}} \times C \times t_{\text{werking}} \times D \times p_{\text{kWu}} = E \times \text{kostprijs (€) /dierplaats/jaar} \quad (5)$$

A, B, C, D, en E zijn hierbij de coëfficiënten van de vergelijking en zijn standaard gelijk aan 1. Wanneer door het nemen van een energiebesparende maatregel één van de factoren in de vergelijking verandert (factoren zijn:  $\langle Q \rangle$ ,  $V_{\text{efficiëntie}}$ ,  $t_{\text{werking}}$ , en  $p_{\text{kWu}}$ ), dan zal de bijhorende coëfficiënt verschillen van 1. Bij voorbeeld, als er aan een lager debiet wordt geventileerd, zal coëfficiënt A kleiner worden dan 1. De coëfficiënten weerspiegelen dus het effect van een energiebesparende maatregel: het zijn de getallen waarmee je de factoren in de vergelijking vermenigvuldigt om het opgenomen vermogen of de kostprijs te berekenen na het nemen van de besparende maatregel. De besparing is dan het verschil in kostprijs vóór en na het nemen van de maatregel. Sommige maatregelen vertalen zich rechtstreeks in en besparing op de kostprijs. In dat geval zal E verschillen van 1.

Tabel 5 geeft de coëfficiënten weer in functie van de maatregel die je wenst door te rekenen. Bij invullen van deze waarden in vergelijking (5) bekom je de kostprijs na het nemen van de besparende maatregel. Het verschil met de kostprijs zonder maatregel is de besparing.

Als je een berekening wil maken met gekende waarden voor bv. de ventilatorefficiëntie van een energiezuinigere ventilator, dan volstaat het om die waarde in vergelijking (4) te vervangen door de nieuwe waarde. Stel dat je huidige ventilator een efficiëntie heeft van 70 W/(1000m<sup>3</sup>/u). Je wil deze vervangen door een ventilator met een efficiëntie van 50 W/(1000m<sup>3</sup>/u). Vervang dan in vergelijking 4 de waarde voor  $V_{\text{efficiëntie}}$  –die op 70 stond- door 50. Het verschil tussen beide berekeningen is je winst.

*Tabel 5. Coëfficiënten uit vergelijking (5) voor het doorrekenen van energiebesparende maatregelen. Ook factoren zelf moeten soms aangepast worden. Bij invullen van deze waarden in vergelijking (5) bekom je de **nieuwe** kostprijs. Het verschil met de kostprijs zonder maatregel is de besparing.*

Energiebesparende maatregel	Coëfficiënt / Factor	Waarde
Het ventilatiedebiet y% verlagen (min.+max.)	A	$1 - \left(\frac{y}{100}\right)$
Het ventilatiedebiet met y m <sup>3</sup> /u verlagen	$Q_{\text{min}}$ en/of $Q_{\text{max}}$	$Q_{\text{min}}-y$ en/of $Q_{\text{max}}-y$
Instreamringen plaatsen	B of E	0.85
Luchtwater spoelen bij vuilophoping	$V_{\text{efficiëntie}}$	kijk op technische fiche van de ventilator naar $V_{\text{efficiëntie}}$ bij bv. 150 Pa i.p.v. 100 Pa
Verwijder onnodige afschermkleppen of luiken, of, zorg dat ze vlot kunnen bewegen (smeren!)	E	0.98 (weinig effect) tot 0.75 (groot effect)
Efficiëntiewinst van y % voor de ventilator	B	$1 - \left(\frac{y}{100}\right)$
Efficiëntiewinst van y W/(1000m <sup>3</sup> /u)	$V_{\text{efficiëntie}}$	$V_{\text{efficiëntie}} - y$
Frequentiesturing i.p.v. triacsturing*	E	0.44
Gelijkstroomventilator i.p.v. triacgestuurde*	E	0.33
Frequentiegestuurde ventilatoren in combinatie met on/off i.p.v. on/off (pluimvee)	E	0.75
'Stalsystemen vergelijken'	<Q>	bereken volgens het verschil in ventilatienorm

\*berekend voor een ventilatieregime van 80/20 (zie ook vergelijking 2)

## 4. Energiebesparende maatregelen: een overzicht.

### Hoe het moet, en hoe het niet moet.


Er bestaat heel wat informatie rond hoe je zuinig(er) kan ventileren. Het is niet altijd gemakkelijk om in te schatten welke maatregel of aanbeveling precies welk effect heeft op de ventilatiekost. In dit hoofdstuk proberen we een zo ruim mogelijk overzicht te geven van gekende en beproefde besparingsmaatregelen met telkens (wanneer dit kan) een rekenvoorbeeld. De voorbeelden zijn gebaseerd op de gangbare ventilatienormen (Klimaatplatform voor de Varkenshouderij en Pluimveehouderij, Wageningen) en veelvoorkomende ventilatoren en ventilatiesystemen. Wat betreft het specifiek vermogen van de ventilator werd standaard met  $70\text{W}/(1000\text{m}^3/\text{u})$  gerekend. De diercategorie, het ventilatiesysteem en de maatregel waarvoor de berekening werd gedaan, worden telkens meegedeeld. Het effect op het energieverbruik (+ of -) en de berekende kost (+ of -) geldt dus alleen voor die situatie en is uitgedrukt in  $\text{kWu}/\text{dierplaats}/\text{jaar}$  en  $\text{€}/\text{dierplaats}/\text{jaar}$ . Als uitgangspunt werd steeds 24/24 ventilatie verondersteld, en een kostprijs voor elektriciteit van  $0.145\text{€}/\text{kWu}$ .

De maatregelen zijn ingedeeld in 5 categorieën:

- De keuze van de ventilator
- De inregeling van de klimaatcomputer of ook: de instelling van de ventilatorsturing
- Onderhoud van de ventilator en het ventilatiesysteem
- Aandachtspunten bij nieuwbouw of renovatie

Specifiek geraadpleegde bronnen bij deze maatregelen zijn ASABE (2008) en Teitel et al. (2008).

### 4.1. De keuze van de ventilator

 **Kies de meest energie-efficiënte ventilator in functie van uw benodigde ventilatiebehoefte.** Let dus vooral op het specifieke verbruik van de ventilator, zijnde het opgenomen vermogen per  $1000\text{m}^3$  verplaatste lucht, bij de drukval in jouw stal (zie Tabel 1 of 2).

---

*Een minder energie-efficiënte ventilator heeft meer energie (Watt) nodig om eenzelfde hoeveelheid lucht te verplaatsen. Bijgevolg is de ventilatiekost hoger.*

---

#### HOEVEEL

Als je ventilator  $10\text{ W}/(1000\text{m}^3/\text{u})$  efficiënter is (en dus minder verbruikt), dan betekent dit voor drachtige zeugen die gehuisvest zijn in een stal met plafondventilatie een energiebesparing van  $4.4\text{ kWu}/\text{dierplaats}$ , gelijk aan kostenbesparing van  $0.64\text{ €}/\text{dierplaats}$ .

#### KOSTPRIJS

Een energiezuinig model is meestal duurder in aanschaf maar kan op lange termijn worden terugverdiend. Informeer je goed bij de verkopers en laat een berekening doen van de terugverdientijd.



**Kies een ventilator in overeenstemming met het gebruik.** Voor stallen waar grote drukverschillen overwonnen moeten worden, typisch bij centrale afzuiging, mestdroging, en luchtwassers, moet je werken met hogedrukventilatoren die een stabiel debiet kunnen leveren bij alle voorkomende tegendrukken. Houd er rekening mee dat bv. een luchtwasser na verloop van tijd stof verzamelt waardoor de stromingsweerstand verhoogt. Hierdoor stijgt de tegendruk en gaat de energie-efficiëntie achteruit: de ventilator kan steeds minder lucht verplaatsen met dezelfde hoeveelheid energie.

### HOEVEEL

---

*Een ventilator die niet optimaal kan werken, is niet energie-efficiënt. Wanneer de ventilator moeite heeft om het gevraagde debiet te leveren bij de aanwezige stromingsweerstand, dan zal hij meer stroom verbruiken dan aangegeven door de fabrikant (bij normale werking) en bijgevolg meer elektriciteit verbruiken.*

---

Hier verwijzen we naar ons voorbeeld uit de langetermijn meetcampagne op het pluimveebedrijf met leghennen. Het reëel energieverbruik lag veel hoger dan het maximaal verbruik dat men zou verwachten volgens het gezamenlijk geïnstalleerde vermogen. Doordat de ventilatoren niet opgewassen zijn tegen de grote drukverschillen, slaat de frequentieregelaar op hol (tript) en trekt meer stroom dan

normaal. Het opgenomen vermogen, dat recht evenredig is met de stroomopname, overstijgt ruim de verwachte waarde. Afhankelijk van de situatie kunnen de kosten hoog oplopen.

### KOSTPRIJS

De aankoop prijs van de meest geschikte ventilator.

Tip: Kijk vooraf goed naar de technische gegevens van de ventilator en stel pertinente vragen i.v.m. de opgegeven energie-efficiëntie ( $W/(1000m^3/u)$ ): is dat het asvermogen van de motor, of het effectief opgenomen totale vermogen, inclusief het vermogen dat door bv. de frequentieomvormer wordt opgenomen? Je kan immers geen appels met peren vergelijken.



**Bij wisselstroomventilatoren kies je best een frequentiesturing boven een triacsturing.** Monofasige systemen op 230V worden eerst door een frequentieomvormer omgezet tot 3 fasen van 230 V.

---

*Een frequentiesturing heeft een betere energie-efficiëntie bij lagere toerentallen. Aangezien ventilatoren het grootste deel van de tijd opereren bij deze lage toerentallen, zijn hier grote winsten te rapen. Bovendien is het debiet bij lagere capaciteiten veel nauwkeuriger te regelen, zeker als de frequentieregeling gecombineerd wordt met smookkleppen.*

---

#### HOEVEEL

Tijdens onze meetcampagne werd een verschil in energie-efficiëntie van  $\pm 50\%$  (bij minimumventilatie aan 30% van het volumedebiet) tot  $\pm 20\%$  (bij maximumventilatie aan 80% van het volumedebiet) opgemeten bij een doorsnee stromingsweerstand in de stal (15-20 Pa). Dit betekent 2x energie-efficiënter ventileren bij minimumventilatie en 1.2x energie-efficiënter ventileren bij maximum-

ventilatie indien je gebruik maakt van een frequentiesturing i.p.v. een triacregeling. Op jaarbasis betekent dit een energiebesparing van maar liefst 56% op de jaarrekening indien je ventileert in het 80/20 regime en bij gewone tegendruk. Hoeveel dit is, kom je te weten door je jaarfactuur te vermenigvuldigen met 0.56, of ook: vermenigvuldig je huidige kost met 0.44 en je kent je nieuwe jaarrekening.

#### KOSTPRIJS

De kost van een frequentieregelaar varieert van merk tot merk en naargelang de diametergrootte van de ventilator. Marktprijzen liggen rond de 300€.





**Plaats de motor direct op de ventilator indien mogelijk. Kijk de spanning en de uitlijning van de riem na indien er toch gebruik gemaakt wordt van een riemoverbrenging.**

---

*Door de motor direct op de ventilator aan te sluiten beperk je het energieverlies bij de krachtoverbrenging tussen de ventilator en de motor tot een minimum. Zo zijn ventilatoren met riemoverbrenging minder efficiënt.*

---

#### HOEVEEL

Hierover hebben we geen cijfers gevonden. We hebben ons dan ook niet aan een berekening gewaagd. Je kan best de energie-efficiënties van gelijkaardige ventilatoren met en zonder riemoverbrenging vergelijken.

#### KOSTPRIJS

Het verschil in aankoop prijs tussen een model met en zonder riemoverbrenging.



**Een grote diameter is meestal zuiniger in gebruik dan een kleinere.** Er zal meer lucht verplaatst worden met een lager globaal energieverbruik. Let erop dat je niet overdimensioneert: in dat geval moet je té laag in toerental gaan en kan je het ventilatiedebiet niet voldoende nauwkeurig regelen.

---

*Bij grotere ventilatoren kan je op een lager toerental ventileren om eenzelfde hoeveelheid lucht te verplaatsen. Zeker in combinatie met een energiezuinige sturing kunnen hier grote winsten gehaald worden...*

---

#### HOEVEEL

Als je eenzelfde debiet ventileert met frequentiegestuurde ventilatoren van diameter 56 cm i.p.v. 50 cm, heb je een globale energie-efficiëntie die 5 W/(1000m<sup>3</sup>/h) lager ligt. Bijgevolg bespaar je voor vleesvarkens van 110kg die gehuisvest zijn in een stal met plafondventilatie 1.4 kWu/dierplaats, gelijk aan 0.20 €/dierplaats

#### KOSTPRIJS

Het verschil in aankoop prijs tussen meerdere kleine ventilatoren of een kleiner aantal grote ventilatoren.



**Ver kies gelijkstroomventilatoren boven wisselstroomventilatoren als je een wisselende ventilatiebehoefte hebt.**

---

*Gelijkstroomventilatoren hebben veruit de grootste energie-efficiëntie, vooral bij de lage tot middelgrote ventilatiebehoefte.*

---

#### **HOEVEEL**

Tijdens onze meetcampagne werd een verschil in energie-efficiëntie van  $\pm 70\%$  (bij minimumventilatie aan 30% van het volumedebiet) tot

$\pm 55\%$  (bij maximumventilatie aan 80% van het volumedebiet) opgemeten bij een doorsnee stromingsweerstand in de stal (15-20 Pa). Dit betekent 3.4x energie-efficiënter ventileren bij minimumventilatie en 2.2x energie-efficiënter ventileren bij maximumventilatie indien je gebruik maakt van een gelijkstroomventilator i.p.v. een triacgestuurde wisselstroomventilator. Op jaarbasis betekent dit een energiebesparing van maar liefst 67% op de jaarrekening indien je ventileert in het 80/20 regime en bij gewone tegendruk. Hoeveel dit is, kom je te weten door je jaarfactuur te vermenigvuldigen met 0.67, of ook: vermenigvuldig je huidige kost met 0.33 (deel door 3!) en je kent de nieuwe jaarrekening.

#### **KOSTPRIJS**

De kostprijs van gelijkstroomventilatoren. Gelijkstromers zijn een pak duurder in aankoop, maar gezien de grote winsten die hiermee te rapen vallen, is het absoluut het overwegen waard, zeker wanneer er vaak geventileerd wordt bij minimum ventilatiebehoefte.



**Gebruik ON/OFF ventilatoren (doorgaans  $\frac{3}{4}$ ) in combinatie met frequentie geregelde ventilatoren (doorgaans  $\frac{1}{4}$ ) voor vleeskuikens.** Over de volledige cyclus kan het stalverbruik bij gebruik van deze combinatie 25% lager liggen dan bij een stal die enkel met ON/OFF ventilatoren werkt.

---

*Een frequentiesturing is zeer energie-efficiënt bij lagere toerentallen. Aangezien vleeskuikens een sterke toename in gewicht ondergaan en de bijbehorende ventilatiebehoefte sterk toeneemt, zal steeds minstens één ventilator de toename in luchtvolume voor zijn rekening nemen. Een groot deel van de tijd opereert die bij lage toerentallen, en dus kan je op die manier besparen.*

---

#### **HOEVEEL**

Tijdens een meetcampagne uitgevoerd door Teitel et al. (2008) in een pluimveestal werd een energiebesparing van maar liefst 25% vastgesteld door gebruik te maken van frequentiegestuurde ventilatoren i.p.v. on/off ventilatoren. Hoeveel je kan besparen, kom je te weten door je jaarfactuur (huidige kost) te vermenigvuldigen met 0.25. Of ook: vermenigvuldig je huidige factuur met 0.75 en je kent de prijs van je nieuwe factuur.

#### **KOSTPRIJS**

De kost van een nieuwe ventilator met frequentieregelaar. Prijzen variëren van merk tot merk en naargelang de diametergrootte van de ventilator.

## 4.2. De inregeling van de klimaatcomputer of ook: de instelling van de ventilatorsturing



**Stel de ventilatiebehoefte correct in.** Bereken de ventilatiebehoefte op het gemiddelde gewicht van het compartiment. Bij groeiende dieren zoals vleeskuikens en poeljen dient dit dagelijks aangepast aan de actuele groeicurve. Hou steeds rekening met de actuele stalbezetting.

---

*Elke kubieke meter lucht die verplaatst moet worden, kost energie. Als je overmatig ventileert, gooi je dus letterlijk je geld door ramen en deuren naar buiten.*

---

### HOEVEEL

Bij een varkensstal met plafondventilatie zal elke uitgevallen (net gespeende) big waarvoor niet gecorrigeerd wordt, 2.9kWu of 0.43€ kosten. Voor een niet-aanwezig vleesvarken van 110 kg loopt deze kost op tot 2.85€ of 19.6kWu.

### KOSTPRIJS

Niets.



**Stel de bandbreedte in op 5 of 6 °C.** In de winter mag dit zelfs oplopen tot 9°C.

---

*De bandbreedte bepaalt de 'gevoeligheid' van de ventilator. Met een korte bandbreedte reageert de ventilator zeer snel op een temperatuurstijging. Er ontstaan zo te veel schommelingen in de ventilatie Dit is niet goed voor het stalklimaat en bovendien is dit nadelig voor de levensduur van de ventilator.*

---

### HOEVEEL

Het is moeilijk te zeggen hoeveel dit kost. Uit de eigen metingen blijkt dat het energieverbruik bij verschillend ingestelde bandbreedtes niet wijzigt. Het precieze effect op de levensduur van de ventilator kunnen we niet becijferen. Maar vernieuwen kost vroeg of laat altijd geld.

### KOSTPRIJS

Niets.



**Kijk na of je niet overmatig ventileert!** Hou rekening met de normen voor de oppervlakte van de luchtinlaat, namelijk 2 cm<sup>2</sup> per m<sup>3</sup>/u debiet. Sluit indien nodig een deel van de inlaat af. Plaats een meetwaaier om de regelaar (exact) aan te sturen.

---

*Een ventilator verbruikt meer energie naarmate het te verversen volume groter wordt. Bij een te grote inlaatopening is dit het geval. Een te kleine inlaatopening daarentegen verhoogt de weerstand die de ventilator moet overbruggen, waardoor deze meer energie nodig heeft om eenzelfde hoeveelheid lucht te verplaatsen en dus minder energie-efficiënt gaat werken.*

*Het juiste ventilatiedebiet voorkomt bovendien onnodig warmteverlies.*

*Een meetwaaier gecombineerd met een automatische smoorunit kan de grootte van de luchtopening nog fijner regelen waardoor het ventilatiedebiet nog beter afgesteld wordt (meer geminimaliseerd wordt) dan mogelijk is met een toerentalregeling.*

---

### HOEVEEL

Voor een vleesvarkensstal (met dieren van 50kg) met plafondventilatie betekent een overventilatie van 10% (zowel bij minimum- als maximum ventilatiebehoefte) op jaarbasis een meerverbruik van 1.4kWu/dierplaats/jaar (vergelijk met doorgaans 24kWu/dierplaats/jaar kost voor ventilatie). Dit betekent een meerkost van 0.20€/dierplaats.

### KOSTPRIJS

Alleen het plaatsen van een meetwaaier kost geld. Prijzen variëren van 134 tot 152€, afhankelijk van de diameter.



**Stel de vraagtemperatuur correct in. Houd rekening met de seizoenen.** Verhoog daarom de vraagtemperatuur in de stal 's zomers met 1°C ten opzichte van 's winters.

### HOEVEEL

Deze berekening is ietwat moeilijker: alles hangt af van het temperatuursverschil tussen de warme buitenlucht en de frissere stallucht.

*Als de vraagtemperatuur te laag is ingesteld, wordt er te veel geventileerd.*

Stel dat 's zomers 5% minder geventileerd moet worden door de vraagtemperatuur 1°C te verhogen. In dat geval zal dit voor een vleesvarkensstal (dieren van 110kg) met

deurventilatie een energiebesparing opleveren van 0.37kWu/dierplaats op jaarbasis, gelijk aan 0.05€/dierplaats. Dit lijkt niet veel want dit voordeel heb je natuurlijk enkel in de zomerperiode, pakweg 20% van de tijd. Maar kleine besparingen tesamen maken een groot verschil.

### KOSTPRIJS

Niets.

### 4.3. Onderhoud van de ventilator en het ventilatiesysteem



**Onderhoud aanwezige luchtwassers grondig en spoel voldoende om zo weinig mogelijk stofophoping te krijgen.** Volg de drukopbouw over het waspakket op door drukmeettoestellen te installeren voor en na de luchtwasser. Als het drukverschil te hoog oploopt tijdens een mestronda moet de luchtwasser gespoeld worden.

#### HOEVEEL

---

*Bevuiling van de wassers verhoogt de weerstand voor de lucht die erdoor moet, en vergt bijgevolg meer energie van de ventilator.*

---

Voor een vleesvarkensstal (dieren van 110kg) met kanaalventilatie, centrale afzuiging en luchtwasser is 110 Pa een normale waarde voor de drukval over het ganse systeem. Wanneer de luchtwasser sterk vervuild is, kan deze waarde

oplopen tot 150 Pa. In dat geval – en als er niet wordt ingegrepen- verhoogt het jaarlijks energieverbruik voor ventilatie met 1.73 kWu/dierplaats en kost dit de varkenshouder 0.25€/dierplaats extra. Voor een pluimveestal met vleeskuikens opgekweekt in de zomerperiode, lengteventilatie, en eenzelfde luchtwasser met identiek verloop van drukopbouw tijdens de mestronda, vertaalt deze ongunstige situatie–als er niet wordt ingegrepen- zich in een meerverbruik van 0.04 kWu/dier of 0.005 €/dier (per mestronda).

#### KOSTPRIJS

De kost van spuiwater. Het onderhoud van de luchtwasser kan ook professioneel gebeuren.



**Plaats een in/uitstroomring of geleidende lucht in/uitlaat aan de in/uitlaat van de ventilator.**

---

*Een instroomring geleid de lucht zonder teveel turbulentie naar de ventilator. Een uitstroomring zorgt ervoor dat de lucht de ventilator kan verlaten met minder turbulentie. In beide gevallen verkleint de stromingsweerstand of de drukval die de ventilator moet overwinnen.*

---

#### HOEVEEL

Door het plaatsen van instroomringen verhoogt de energie-efficiëntie met minstens 15%!

Het gebruik van instroomringen bij hogedrukventilatoren kan het drukverschil over de ventilator al gauw terugbrengen van 80Pa naar 50Pa. Voor een varkensstal met vleesvarkens van 110kg [50kg], plafondventilatie en centrale

afzuiging betekent dit een besparing van 2.52 kWu/dierplaats/jaar [1.8 kWu/dierplaats/jaar] of ook 0.37€ [0.26€]. Voor een vleesvarkensstal met ventielventilatie en triacgestuurde ventilatoren van diameter 50 cm zal het plaatsen van instroomringen een winst van 0.26€ per dierplaats per jaar opleveren, of een bespaarde energie van 1.8kWu/dierplaats op jaarbasis

#### KOSTPRIJS

Een instroomring kost ongeveer 22 tot 39€, afhankelijk van de diameter



**Als afschermkleppen of luiken nodig zijn, gebruik dan gestuurde kleppen en onderhoud ze goed.** Sommige ventilatoren moeten niet continu werken. Wanneer deze stil staan kunnen ze worden afgesloten met afschermkleppen of luiken om wind en regen tegen te houden. Deze afschermkleppen of luiken kunnen bediend worden via een motor of gaan gewoon open wanneer de ventilator er lucht tegen blaast.

---

*Afschermkleppen of luiken verlagen de efficiëntie met 2 tot 25%, variërend naargelang ze ongestuurd zijn of bij slecht onderhoud door het vuil vastlopen. Zorg er dus voor dat deze altijd vlot kunnen bewegen.*

---

#### HOEVEEL

Voor een pluimveestal met vleeskuikens opgekweekt in het tussenseizoen en lengteventilatie, betekent een efficiëntieverlies van 2 tot 25% een effectief meerverbruik van 0.15 tot 0.19 kWu/dier of 0.021 tot 0.025 €/dier (per mestrone).

#### KOSTPRIJS

Niets.





**Kijk of de temperatuursvoeler correct geplaatst is, en of hij correct werkt.** Dit doe je door er een thermometer naast te hangen, deze goed uit te lezen en te vergelijken met de waarde die de sensor aangeeft.

#### HOEVEEL

---

*De ventilator wordt gestuurd op de binnentemperatuur. De temperatuursvoeler geeft de richtwaarde door aan de ventilatorsturing. Als de doorgegeven temperatuur te hoog is, zal er onnodig veel geventileerd worden en dus extra energie kosten.*

---

Deze berekening is ietwat moeilijker: alles hangt af van het verschil in gemeten en werkelijke waarde voor de stalluchttemperatuur. Stel dat je 5% te veel ventileert omdat de voeler een te hoge waarde aangeeft. In dat geval zal dit voor een vleesvarkensstal (dieren van 110kg) met deurventilatie een energieverlies betekenen van 0.7kWu/dierplaats op jaarbasis, gelijk aan 0.10€/dierplaats.

Bij een pluimveestal met leghennen en lengteventilatie waarbij ook mestdroging gebeurt, zal een defecte temperatuurvoeler onder dezelfde omstandigheden een meerverbruik van 1.91kWu/dierplaats veroorzaken, gelijk aan 0.28€/dierplaats.

#### KOSTPRIJS

Niets.



**Onderhoud de ventilator (schoepen, kanalen) goed en regelmatig**, verwijder overtollig vuil en stof. Indien je ventilator afschermkleppen of luiken heeft, houd deze dan proper. **Ga na of de lagers van de schoepen nog vlot werken:** zet de ventilator uit en draai aan de schoepen. Smeer indien nodig. Ook meetwaaiers onder de ventilator of in de smoorunit reinig je best na iedere mestrondte. Reinigen doe je niet met een hogedrukreiniger maar met een vochtige doek. Vergeet niet de luchtinlaatopeningen en eventuele luchtkanalen stof- en vuilvrij te houden. Voor de uitvoering van het onderhoud wordt een gespecialiseerde firma aanbevolen.

---

*Als de ventilator meer weerstand ondervindt bij het draaien, zoals bij sterk bevulde ventilatoren of bij ongesmeerde lagers het geval kan zijn, daalt de energie-efficiëntie. Luchtinlaatopeningen waarin het vuil zich ophoopt of waar dikke spinnenwebben voorhangen, verhogen de stromingsweerstand van de lucht en doen de ventilator harder draaien om de gewenste luchtverplaatsing te realiseren.*

---

#### HOEVEEL

Er wordt gezegd dat bevulde ventilatoren tot 50% meer energie zouden kunnen verbruiken op termijn (ASABE). In onze meetcampagne hebben we een aantal keer de proef op de som genomen, maar wij konden dit niet aantonen. Omdat we niet lang genoeg gewacht hebben om zeker te zijn dat de ventilatoren droog waren voor de controlemeting na het reinigen, kunnen we deze resultaten niet ondubbelzinnig voorleggen. Een realistisch rekenvoorbeeld voor het reinigen van de ventilator hebben we niet.

#### KOSTPRIJS

Niets.

#### 4.4. Aandachtspunten bij nieuwbouw of renovatie



**Conditioneer de inkomende lucht.** Dit kan o.a. door grondkanaalventilatie te voorzien. Er zijn ook andere oplossingen zoals bv. het plaatsen van warmtewisselaars of het gebruik van grondbuizen waar de inlaatlucht eerst doorheen wordt gevoerd (principe van het gebruik van aardwarmte/aardkoelte).

---

*Vooraf in de warme zomerperiode wanneer de ventilatie op volle toeren draait, betekent een verkoeling van de inkomende lucht een lagere behoefte aan warmteafvoer en dus minder ventilatiebehoefte. Dit is des te meer belangrijk bij het gebruik van luchtwassers. Deze worden immers gedimensioneerd op basis van de te ventileren hoeveelheid lucht. Aangezien luchtwassers erg grote drukvallen veroorzaken is elke uitgespaarde m<sup>3</sup> luchtverplaatsing een forse besparing.*

---

#### HOEVEEL

Het verschil in energieverbruik op jaarbasis tussen een vleesvarkensstal (met dieren van 110kg) uitgerust met plafondventilatie en een identieke stal maar uitgerust met kanaalventilatie, bedraagt 6.17kWh/dierplaats of 0.89€/dierplaats.

#### KOSTPRIJS

Het verschil in prijs tussen een stal met grondkanaalventilatie en plafondventilatie. Dit is heel moeilijk in te schatten en voor elke stal anders. Informeer je goed bij de stallenbouwer.

## 5. Ook dat nog...

Er zijn nog een hoop andere manieren om te bezuinigen op energie en de kostprijs ervan te drukken. Op de website van Enerpedia (<http://www.enerpedia.be>) kan je o.a. informatie vinden rond energie besparen op de stalverlichting en –verwarming in de varkenshouderij. Er wordt ondermeer gesproken over het nut van halveringsschakelaars of dimmers in combinatie met biggenlampen, detectie op de buitenverlichting, en het isoleren van de spouw in de buitenmuur.

Plaats voldoende energiemeters en thermometers en eventueel statische luchtdrukmeters in de stallen om een minimum aan opvolging mogelijk te maken. Wie deze meters regelmatig controleert, zal op den duur een goed zicht krijgen op de normale functionering van het energiesysteem en problemen of afwijkingen tijdig opmerken. Zo kan onnodig elektriciteitsverbruik tot een minimum beperkt worden.

Specifiek voor de pluimveehouderij werd een brochure opgemaakt rond energiezuinige stalverwarming en de reductie in CO<sub>2</sub>-emissie. De voorlichtingsbrochure vind je op <http://www.provant.be/publicaties/> via de zoekterm 'brochure CO<sub>2</sub>'.

De *Animal Science Group* van de universiteit in Wageningen heeft een heleboel aanbevelingen verzameld voor pluimvee- en varkenshouders om energie te besparen in de praktijk. Deze werden gebundeld in overzichtelijke 'leaflets' (A4-formaat informatiebladen) en omvatten zowel algemene tips voor slim ondernemen als specifieke informatie, bv. voor energiezuinig verwarmen.

Je kan naast energie besparen ook proberen zo goedkoop mogelijk energie aan te kopen. Wie niet zelf instaat voor zijn/haar elektriciteitsproductie –en dat is de overgrote meerderheid van de veehouders- doet er goed aan om de energieprijzen van meerdere leveranciers te vergelijken. Ook het bundelen van de energievraag van meerdere bedrijven kan energieleveranciers ertoe overhalen om scherpere prijzen aan te bieden.

En tenslotte:

Denk bij het ontwerp van een nieuwe stal aan een geïntegreerd energiemangement. Zo kan de ventilatie en de verwarming op elkaar afgestemd worden waardoor je zuiniger werkt. Besteed de nodige aandacht aan de isolatie van de ruimten. Conditioneer de ventilatielucht. Bespreek de mogelijkheden om aan warmteterugwinning te doen.

Denk bij het bouwen van een nieuwe stal ook aan emissiebeheersing. Vergeet niet dat luchtwassers een grote energievraag hebben. Overweeg het alternatief om een emissiearme stal te bouwen. Zo pak je ook de emissies ter hoogte van de bron aan, en krijg je bovendien een gezonder binnenklimaat voor dier én mens.

## 6. Conclusies en aanbevelingen

Energiezuinig ventileren is in de eerste plaats een kwestie van bewust ventileren: op de hoogte zijn van de goede werking van het ventilatiesysteem en weten welke randvoorwaarden instaan voor zo min mogelijk stromingsweerstand of tegendruk in de stal.


Iedere landbouwer zou in staat moeten zijn om zijn of haar energieverbruik in te schatten op basis van een aantal kerngegevens rond de stal, de dieren, en de ventilatoren (zie §3.2). Deze schatting kan vergeleken worden met het werkelijke verbruik, en grote verschillen tussen beide cijfers moeten een alarmbel doen afgaan. Heb je vragen over het onverwacht hoog elektrisch verbruik voor ventilatie, contacteer dan je installateur en zoek uit wat daarvan de oorzaak kan zijn. Ideaal gezien heb je energiemeters hangen op verschillende plaatsen in de stal. Wie zijn/haar verbruik geregeld in de gaten houdt, zal ook sneller merken wanneer er iets schort.

Het is aanbevolen om met de code in de hand de instellingen van de stalcomputers te controleren. Het effect van bv. een fout ingestelde ventilatiebehoefte is niet gering. Denk ook aan de temperatuursverhoging in de warme perioden. De instelling van de stalcomputer is niet statisch en 'voor eeuwig'!

Ga na voor jezelf of het niet de moeite loont om bepaalde (kleine) investeringen te doen. Dit kan het plaatsen van instroomringen zijn, maar ook het plaatsen van frequentieomvormers als er triac-gestuurd wordt, of eventueel het vervangen van wisselstroomventilatoren door gelijkstroomventilatoren. Laat je goed informeren en vraag prijzen en terugverdientijden bij meerdere constructeurs.

Tenslotte:

Alle energiebesparende tips die kosteloos zijn (zie §4) zouden in feite gevolgd moeten worden, en dan zijn aanzienlijke besparingen mogelijk voor heel wat varkens- en pluimveehouders!



De code is ook digitaal beschikbaar via [www.enerpedia.be](http://www.enerpedia.be) onder de rubriek 'energie besparen'.

## Dankwoord

De projectmedewerkers wensen de Afdeling Duurzame Landbouwwontwikkeling van de Vlaamse overheid uitdrukkelijk te bedanken voor de financiële steun aan dit project. We zijn ook de leden van de stuurgroep zeer erkentelijk voor het delen van hun expertenkennis en het geven van advies. De technische ploeg van ILVO-Agrotechniek, en in het bijzonder Dhr. R. D'haese en Dhr. B. Lannau, worden bedankt voor hun deskundige hulp en ondersteuning bij de praktijkmetingen.

## Referenties

- ADLO, 2009. Ventilatie en klimaatbeheersing bij varkensstallen. 59. Depotnummer DI/2009/3241/384. Downloadbaar via <http://www.vlaanderen.be/landbouw> (rubriek Documentatie - Publicaties).
- Animal Sciences Group, Wageningen UR. <http://www.livestockresearch.wur.nl/>
- ASABE, 2008. Guidelines for selection of energy efficient agricultural ventilation fans. ASABE EP566, 1AUG 2008, p1-5.
- Enerpedia. Dé agrarische encyclopedie. Energie besparen, energie produceren, en energiegewassen. <http://www.enerpedia.be>
- Klimaatplatform voor de Varkenshouderij, Wageningen. <http://www.praktijkcentrumsterksel.nl>. Over VIC Sterksel. Vak informatie. (1) Leaflets Klimaatssystemen (Richtlijnen klimaatinstellingen). (2) Folders energiebesparing in de varkenshouderij (algemene en specifieke aanbevelingen).
- Klimaatplatform voor de Pluimveehouderij, Wageningen. <http://www.livestockresearch.wur.nl/NL/Proefbedrijven>. Pluimveeproefbedrijf Het Spelderholt. Links, downloads en filmpjes. Leaflets Klimaatplatform Pluimveehouderij (Richtlijnen klimaatinstellingen).
- Teitel, M., Levi, A., Zhao, Y., Barak, M., Bar-lev E., Shmuel, D. 2008. Energy saving in agricultural buildings through fan motor control by variable frequency drives. Energy and Buildings 40, p 953–960.

## Contact

Veerle Van linden, Projectcoördinator Energietechniek  
Instituut voor Landbouw en Visserijonderzoek (ILVO)  
Eenheid Technologie en Voeding - Agrotechniek  
Burg. Van Gansberghelaan 115, B-9820 Merelbeke  
Tel: +32 9 272 28 11  
E-mail: [veerle.vanlinden@ilvo.vlaanderen.be](mailto:veerle.vanlinden@ilvo.vlaanderen.be)

Bart Baets  
Innovatiesteunpunt voor Land- en Tuinbouw  
[bart.baets@innovatiesteunpunt.be](mailto:bart.baets@innovatiesteunpunt.be)

Tine Degroote  
Inagro  
[Tine.Degroote@inagro.be](mailto:Tine.Degroote@inagro.be)



Donald Dekeyser  
ILVO T&V-Agrotechniek  
[Donald.Dekeyser@ilvo.vlaanderen.be](mailto:Donald.Dekeyser@ilvo.vlaanderen.be)

Jenny Löffel  
Proefbedrijf Pluimveehouderij  
[Jenny.LOeFFEL@proefbedrijf.provant.be](mailto:Jenny.LOeFFEL@proefbedrijf.provant.be)