

Project

CO₂-reductie in de vleeskuikenhouderij door een optimale verwarming van stallen

Jenny Löffel



CO₂-reductie in de vleeskuikenhouderij door een optimale verwarming van stallen

- BB Consult, Boerenbond
- Proefbedrijf voor de Veehouderij



ADLO-demonstratieproject met steun van:

- Vlaamse overheid, Departement Landbouw en Visserij
- Europese Unie

■ periode: 1 februari 2008 - 28 februari 2010



Kadering project

- warmtekanon: meest gebruikt
- alternatief:
 - warmtekanon met afvoer van rookgassen
 - indirecte verwarmingssystemen
 - verbrandingsproces buiten leefruimte dieren
 - cv-ketel met heater
 - cv-ketel met deltabuizen



Inhoud project

- opvolgen van 8 demobedrijven: energieverbruik en productieresultaten
- demonstratierondes op het Proefbedrijf voor de Veehouderij:
 - 6 rondes opgevolgd met 3 verwarmingssystemen naast elkaar
- Extra CO₂-metingen op demobedrijven
- demonstratiedagen: 19 juni 2008 en studiemiddag: 26 juni 2009
- bezoek aan bedrijven met nieuwe verwarmingssystemen:
 - houtkachel
 - vloerverwarming
 - warmtewisselaar
 - TerraSea®
- brochure: verschillende verwarmingssystemen en resultaten demoproject

CO₂ theoretisch

- afkomstig van brander: ca 2,53 kg CO₂ /liter petroleum
 - verhoging van 1300 ppm per liter petroleum per stal (1000 m³)
- afkomstig van ademhaling kuikens:
 - per kuiken: 0,163 m³ CO₂ /u*HPU
 - dag 8 ca 23,5 kg CO₂/u 25000 kuikens
- afkomstig van het kuikenmest vanaf 500 g LG
 - correctie naar 0,180 tot 0,185 m³ CO₂ /h*HPU
 - bron CIGR rapport 2002

(HPU = 1000 W totale warmteproductie vleeskuikens bij 20°C)

Verwarmingssystemen: warmtekanon

warmtekanon

- directe verbranding brandstof
- voordelen:
 - hoog rendement
 - mobiel
 - goedkoper in aankoop
- nadelen:
 - open verbranding, schadelijke gassen
 - meer ventilatie nodig, hoger energieverbruik

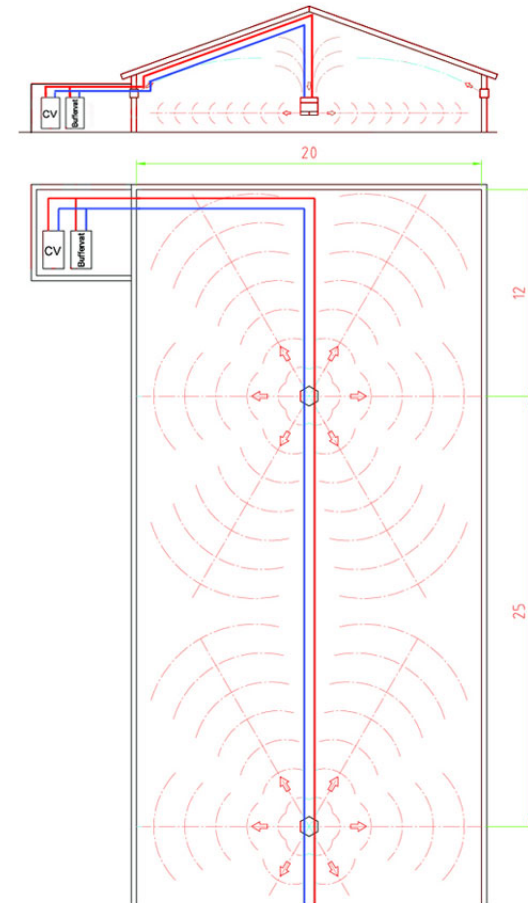


Verwarmingssystemen: CV-heater

cv-heater type Wesselmann (50 kW)

- 1 Wesselmann voor ca 500 m², capaciteit 8000 m³/u, ventilator 0,55 kW
- voordelen:
 - geen open verbranding
 - oplierbaar (60 cm -120 cm)
 - relatief gemakkelijk te reinigen
- nadelen:
 - goede regeling nodig van cv-ketel
 - frequentiesturing van ventilator, elektrisch verbruik daalt
 - hogere investeringskost

CV-heater type Wesselmann



Verwarmingssystemen: cv met deltabuizen

deltabuizen

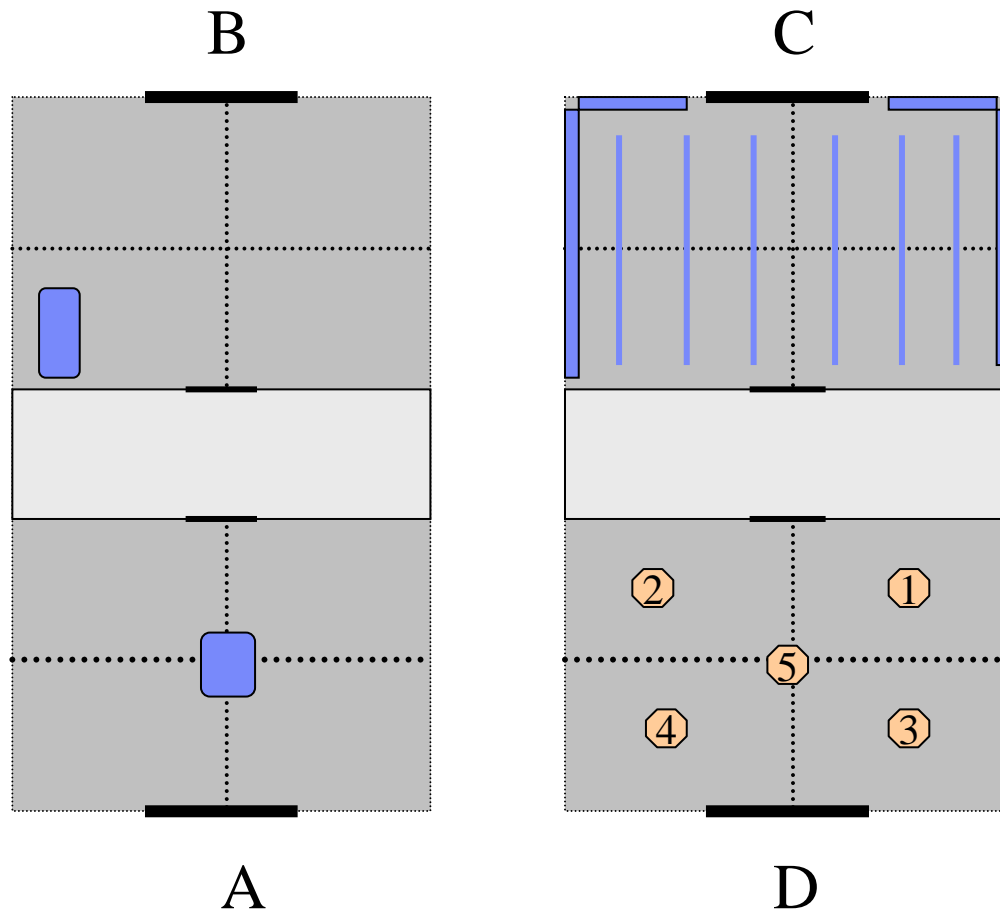
- warm waterverwarming (CV op aardgas)
- vast bevestigd in stal: onder inlaatventielen
- deels oplierbaar
- voordelen:
 - geen open verbranding
 - geen schadelijke gassen
 - minder ventilatie nodig
- nadelen:
 - duurdere installatiekosten
 - meer tijd nodig voor reiniging



Deel II: Proefbedrijf voor de Veehouderij

- 6 rondes
 - 2 voorjaar (maart – juni 2008)
 - 2 winter (januari – maart 2009)
 - 2 tussenseizoen (april en oktober 2009)
- demonstratie 3 verwarmingssystemen:
 - cv-heater
 - warmtekanon
 - deltabuizen
- opvolging productieresultaten
- opvolging energieverbruik
- extra T, CO₂, NH₃, CO metingen

Proefopstelling Proefbedrijf



A: warmtewisselaar

B: warmtekanon

C en D: deltabuizen

○ : automatische T metingen

extra T meting op strooisel

CO₂ metingen

- tweemaal per dag: VM en NM mbv Dräger buisjes
- afdelingen worden kort na elkaar gemeten
- dag 0 - 15: zo goed als dagelijks
- dag 16 – 40: 6 metingen
- totaal 21 metingen / ronde
- nauwkeurigheid 100 ppm

sinds maart 2009

- aankoop digitale meter obv infrarood-absorptie
- in kaart brengen van CO₂ concentraties in stal
- metingen in demobedrijven
- calibratie mbv buitenlucht: 380 ppm of 0,038 V%
- nauwkeurigheid 100 ppm
- extra metingen eerste 14 dagen ronde 5

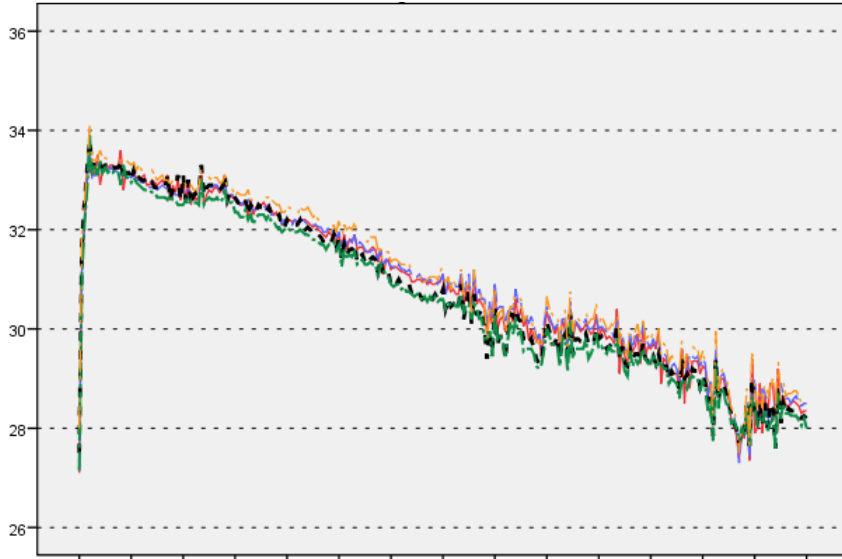


Metingen

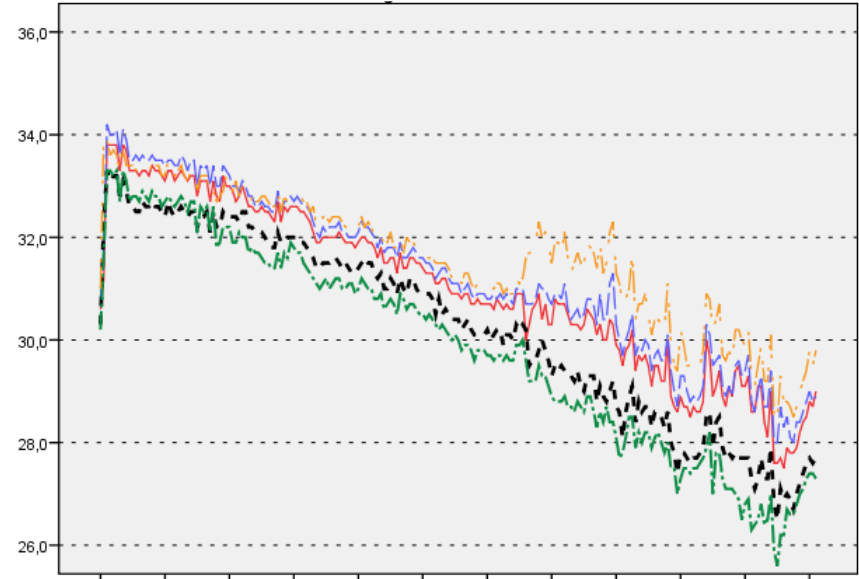
- **NH₃**
 - afkomstig van kuikens (mest)
 - milieuproblematiek
 - gevaarlijk voor mens en dier
 - hoofdpijn, duizeligheid, concentratieverlies
 - productieverliezen, ziekten
 - goede ventilatie noodzakelijk
 - normen: max 20 ppm

Temp. metingen door computer (ronde 1, dag 1-5, elke de 30')

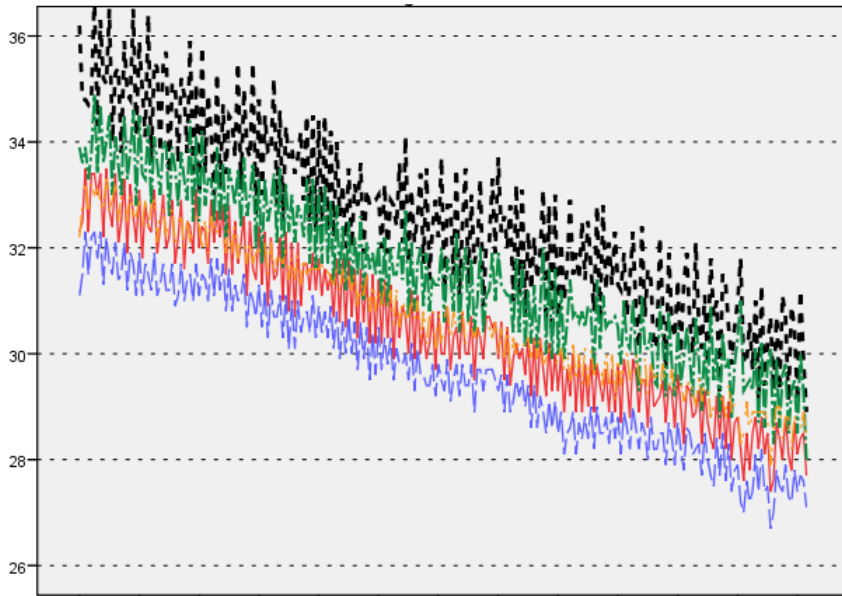
CV deltabuizen



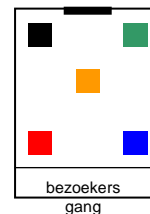
CV heater



warmtekanon



- 1 vl
- 2 vr
- - 3 al
- · - 4 ar
- - 5 rv

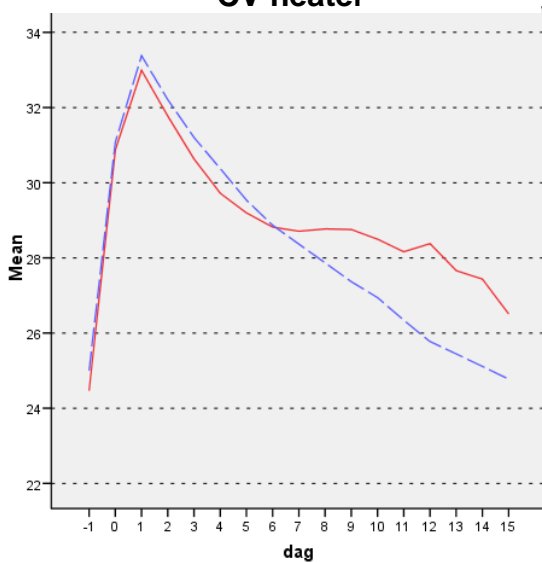


- CV heater: temp. verschillen tussen sensoren
- Warmtekanon: temp. verschillen tussen sensoren + grote temp. schommelingen

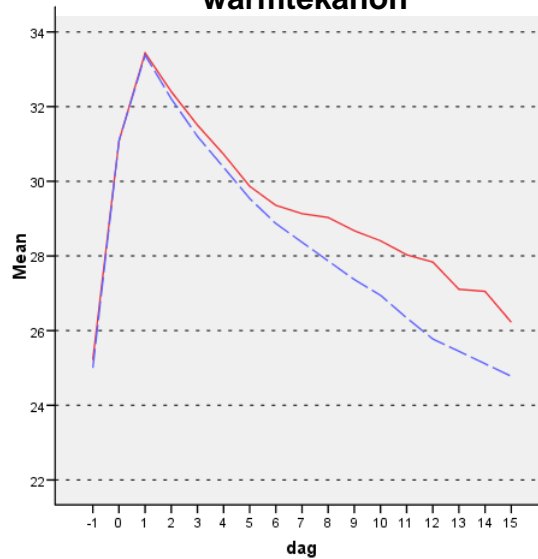


Gem. staltemperatuur (2° ronde opzet 2/05/08)

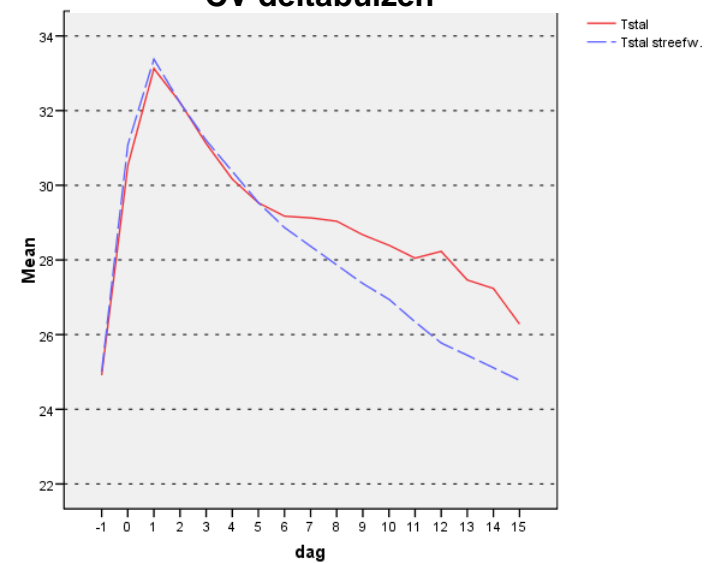
CV heater



warmtekanon



CV deltabuizen



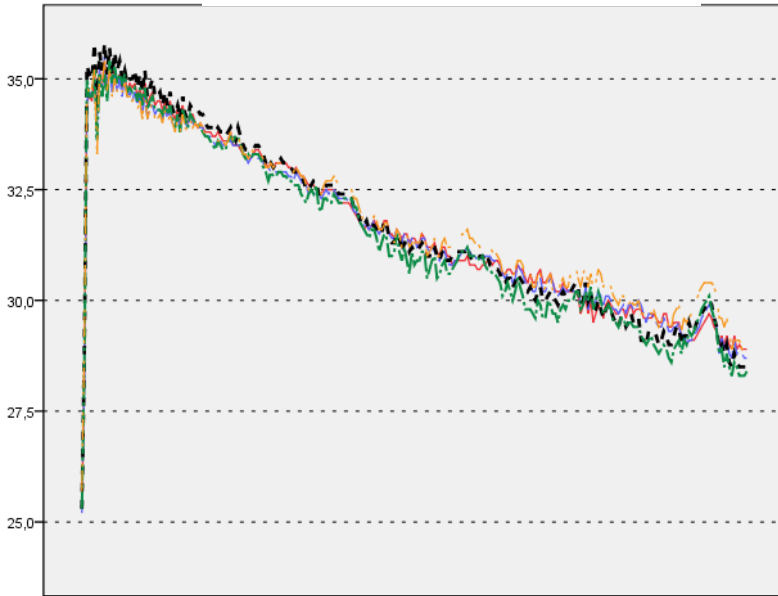
- zelfde instellingen streeftemp.
 - => verschillen in werkelijke temp. stal
- verschillen tussen temp. sensoren, schommelingen

Cv–heater aanpassingen te Geel na ronde 4

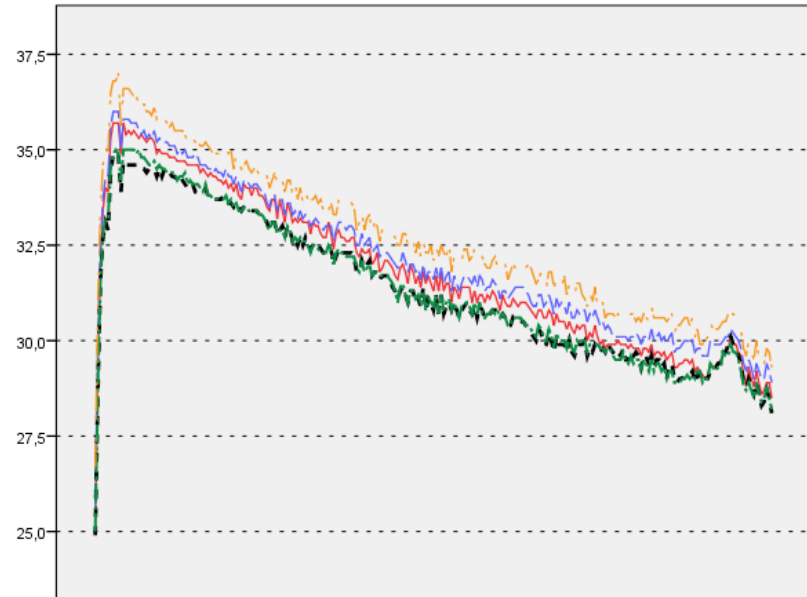
- aanpassing van instellingen nodig (kleine proefstallen)
 - mengklep instellen zodat ze sneller opengaat (bandbreedte verkleinen)
 - cv-ketel instellen op hoogst vermogen (70 °C)
- sturing van het verwarmingssysteem is verbeterd
 - frequentieregelaar op de ventilator
 - vertraging inschakelen op ventilator: d.m.v. sensor op retourleiding
 - uitstoot warme lucht bijregelen (stand lamellen)
 - hoogte van “Wesselmann” in stal aanpassen

Temp. metingen door computer (ronde 5, dag 1-5, elke 30')

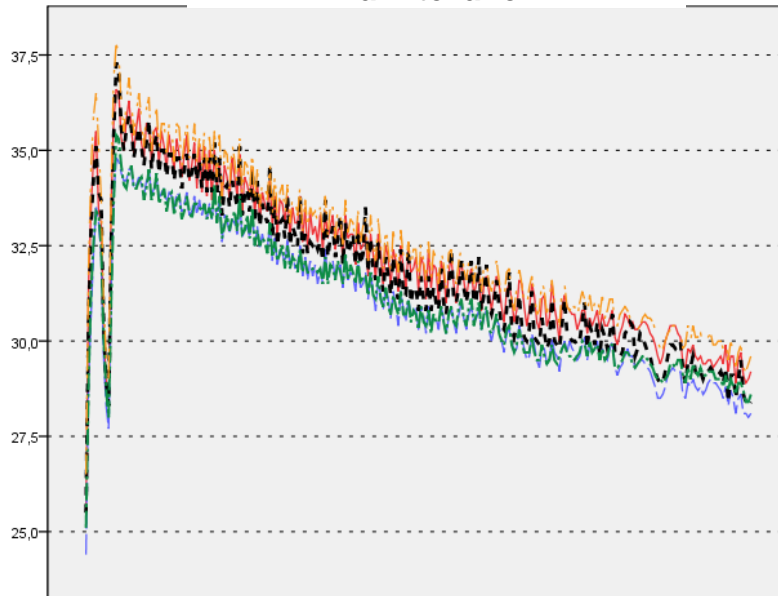
CV deltabuizen



CV heater



warmtekanon



- 1 vl
- 2 vr
- - 3 al
- - 4 ar
- - 5 rv

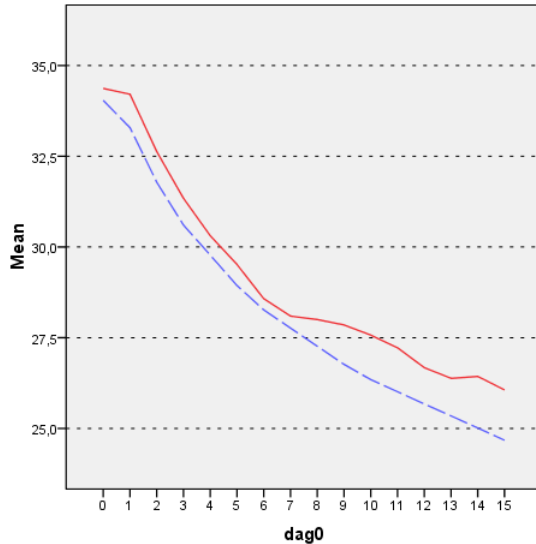


- CV heater: temp. verschillen tussen sensoren
- Warmtekanon: temp. verschillen tussen sensoren + temp. schommelingen : beter met kleiner warmtekanon

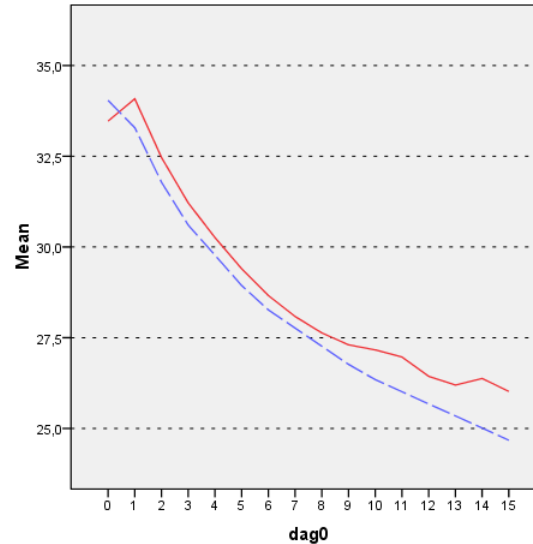


Gem. staltemperatuur (5° ronde)

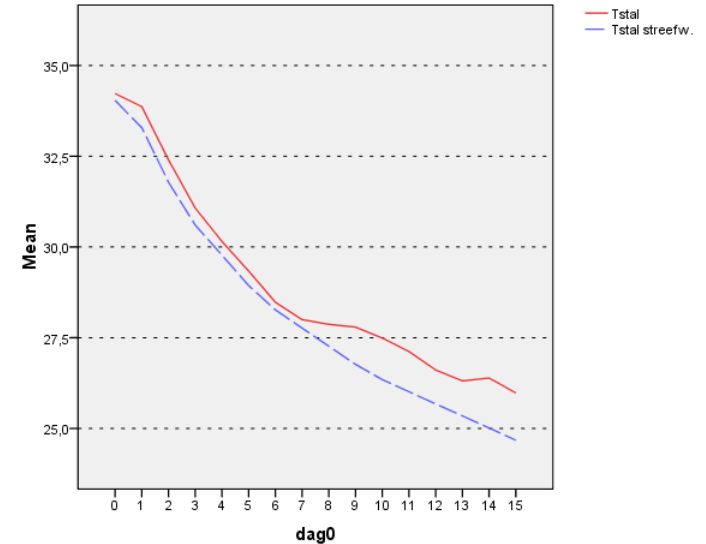
CV heater



warmtekanon



CV deltabuizen



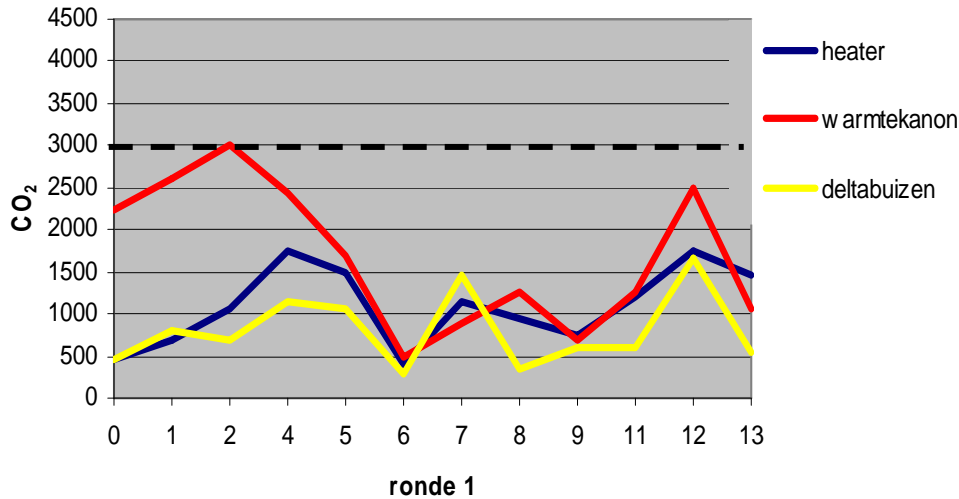
- zelfde instellingen streeftemp.
- verschillen tussen temp. sensoren, schommelingen
- goede staltemperaturen na aanpassingen cv-heater

CO₂ metingen

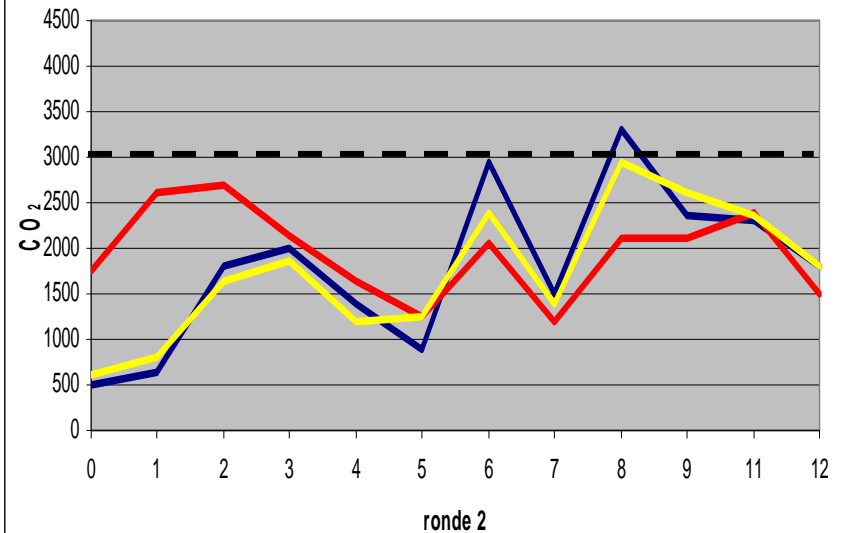
ronde 1 opzet 7/03/2008 en ronde 2 opzet 2/05/2008

--- EU-norm: 3000 ppm

CO₂ gem. vm - nm

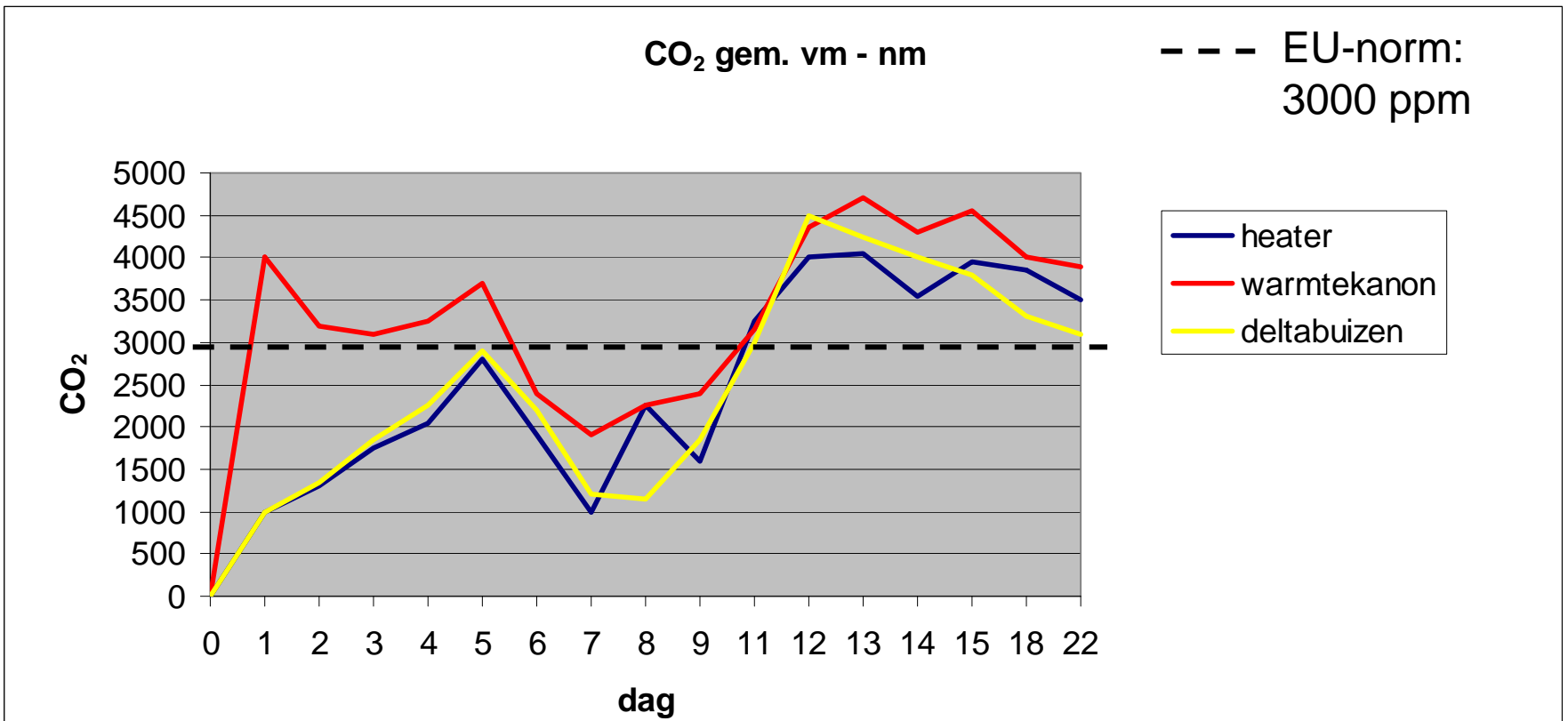


CO₂ gem. vm - nm



warmtekanon: eerste week verbranding in stal → hoger CO₂-gehalte
zelfs bij hogere instelwaarde voor Vmin -> effect op energiekost !

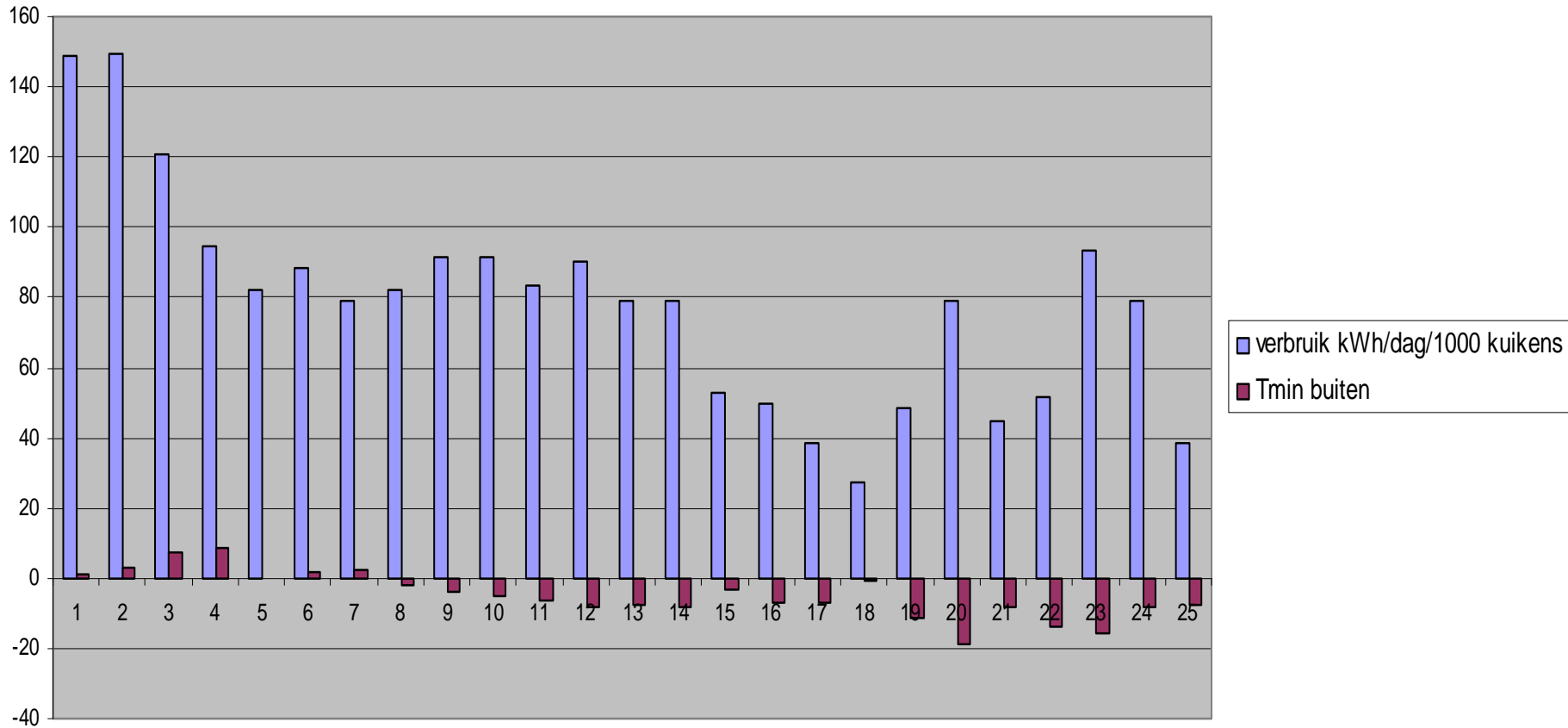
CO₂ metingen (3^o ronde / dag 1-22/ opzet: 19/12/2008)



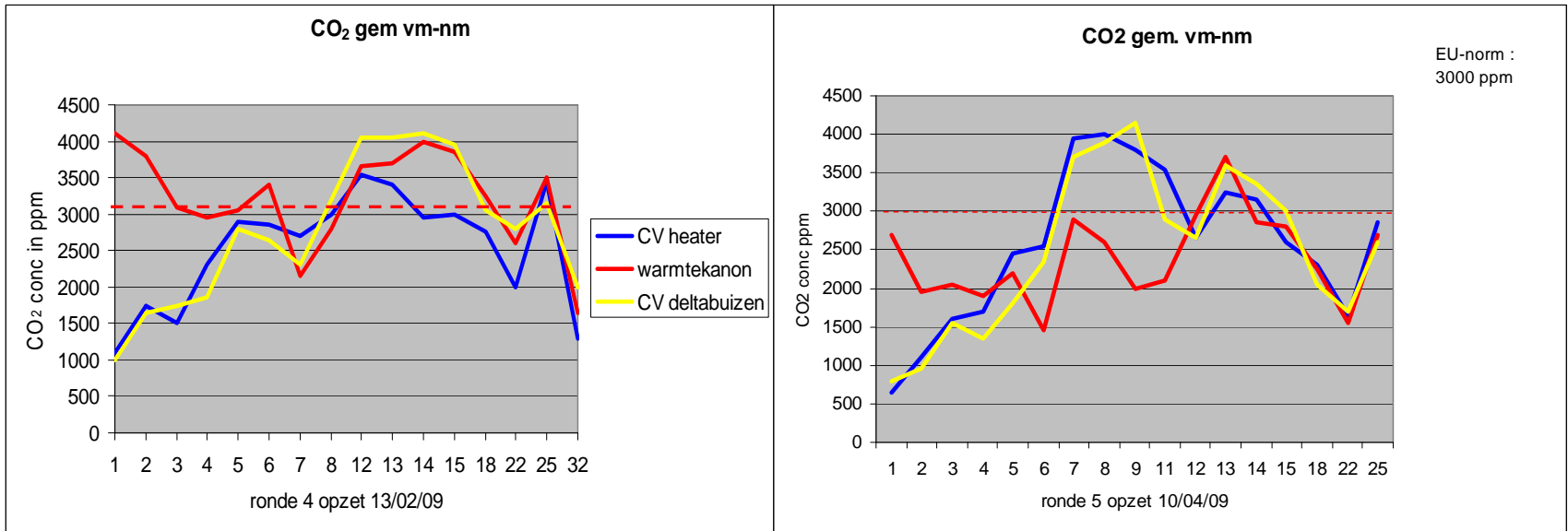
warmtekanon: verbranding in stal → hoger CO₂-gehalte (ondanks hogere V_{min})
in winterperiode: CO₂-gehalte >> EU-norm

Dagelijks energieverbruik en buitentemp. bij warmtekanon (opzet 19/12/08)

verbruik kWh/dag/1000 kuikens ronde 3

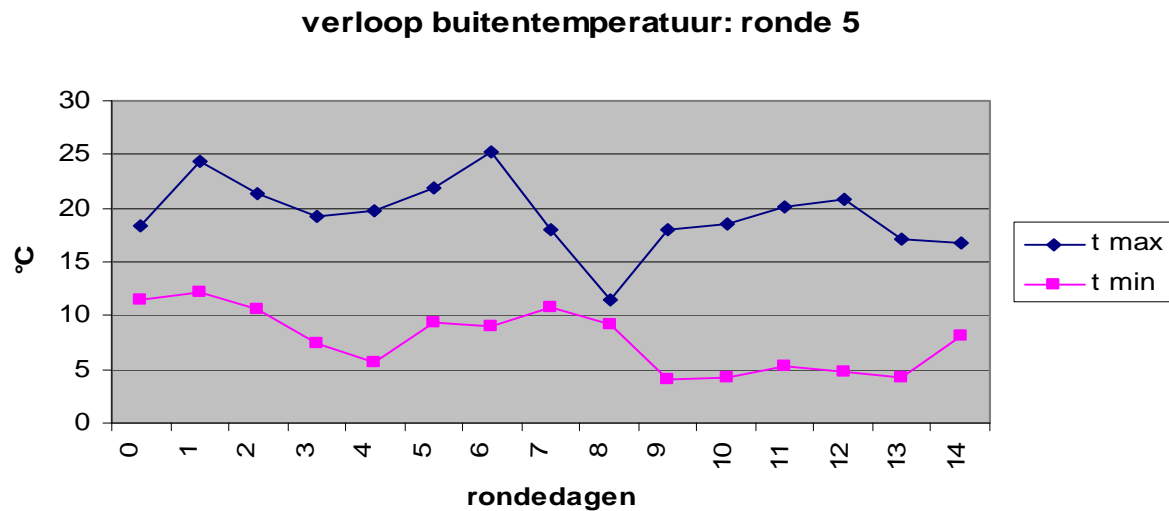
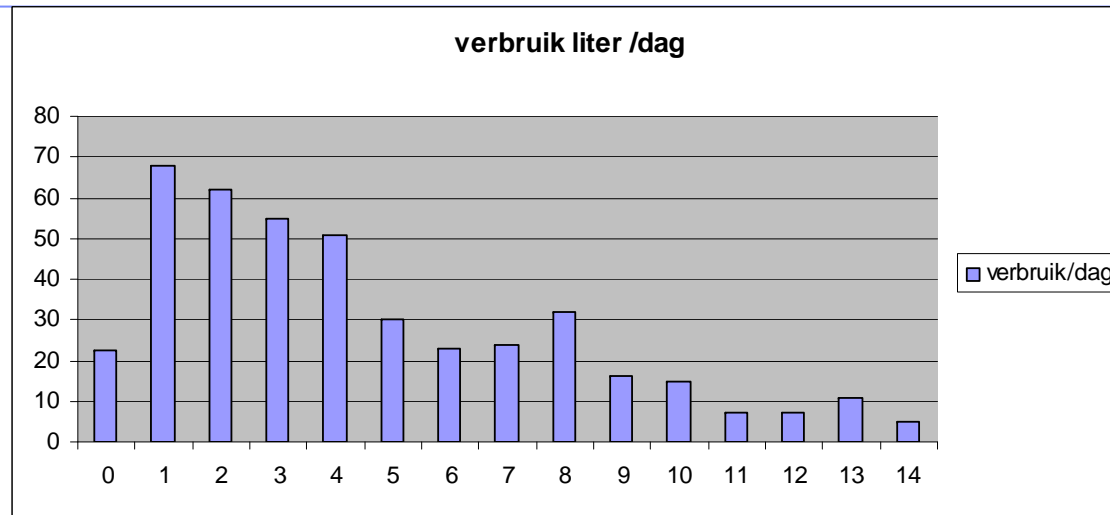


CO₂ metingen ronde 4 en 5



warmtekanon: verbranding in stal → hoger CO₂-gehalte (ondanks hogere V_{min}).
Cv-systemen vanaf 2^o week: hoge CO₂ waarden door aandeel ademhaling kuikens.

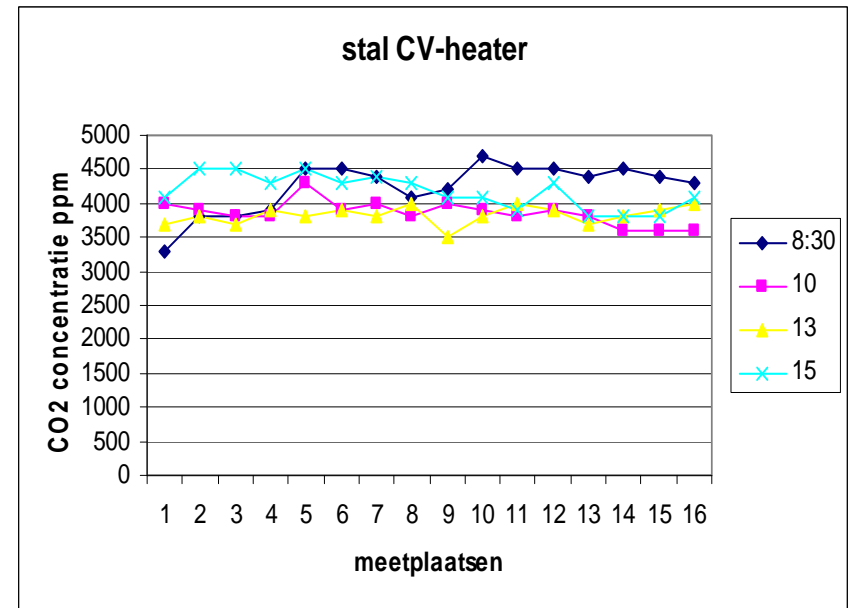
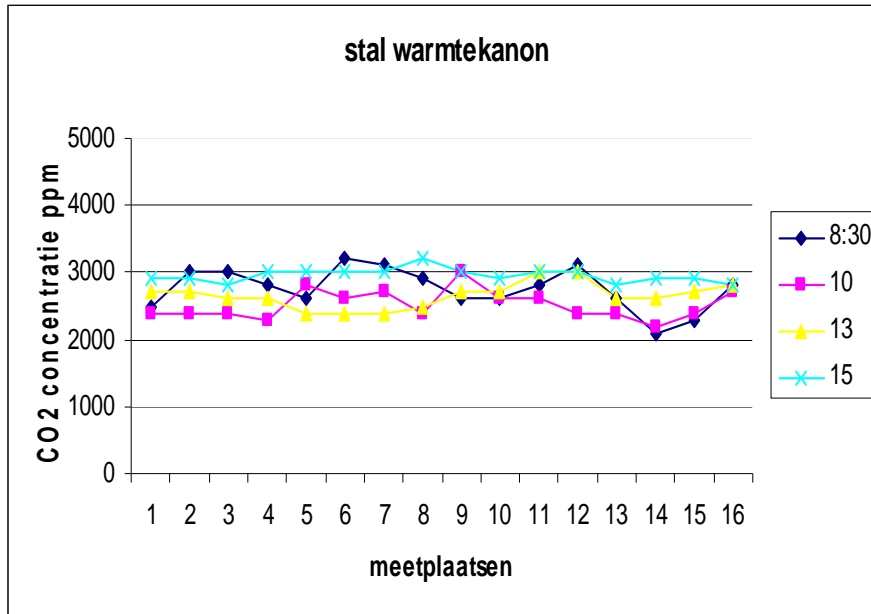
brandstofverbruik ronde 5: warmtekanon (10/04/09)



Extra CO₂ metingen (5° ronde opzet 10/04/09)

- metingen voor opzet dag -1 tot dag 14 op kuikenhoogte
- metingen telkens om 8:30, 10 u ,13 u en 15 u
- om 10 u: metingen op borsthoogte en kuikenhoogte
 - dag 2 meting kuikenhoogte>borsthoogte (130 ppm)
 - andere dagen geen grote verschillen
- op dag 8 en 10 zijn de concentraties in cv-systemen > dan bij warmtekanon
 - waarden liggen boven 3000 ppm !
- vanaf dag 15 lopen de waarden voor alle stallen gelijk: rond 2500 ppm
- namiddag laagste waarden voor CO₂ (dieractiviteit, ventilatie , t°)

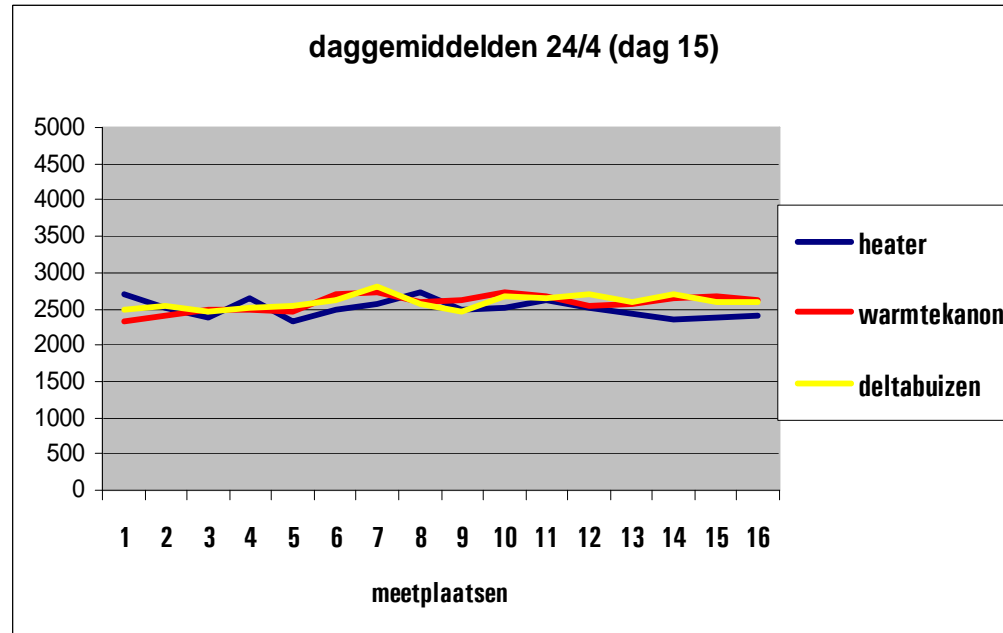
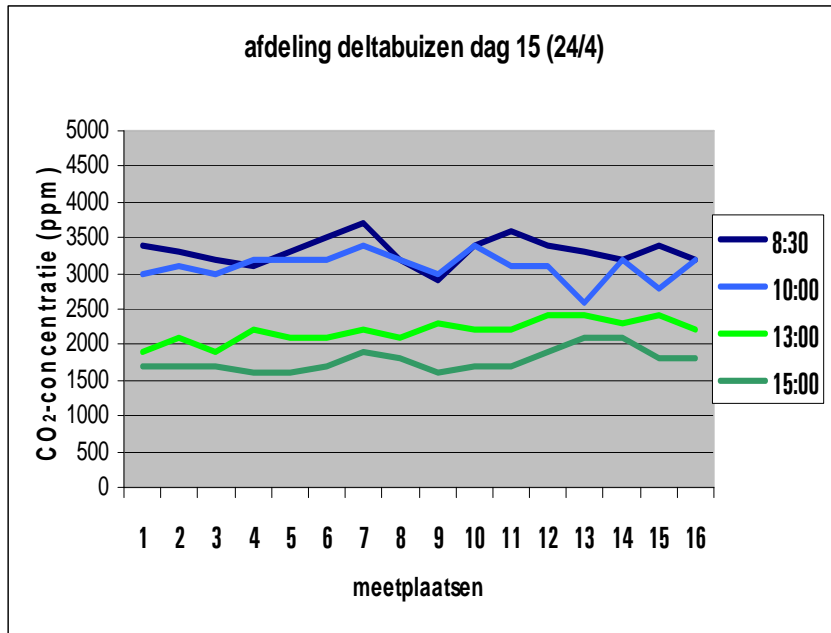
Extra CO₂ metingen dag 8 (5° ronde / opzet: 10/04/09)



Warmtekanon eerste 10 dagen hogere min. ventilatie ingesteld: CO₂ < 3000 ppm

Bij cv-systemen ingestelde ventilatie onvoldoende om waarden onder 3000 ppm te houden: aandeel ademhaling van kuikens reeds groot

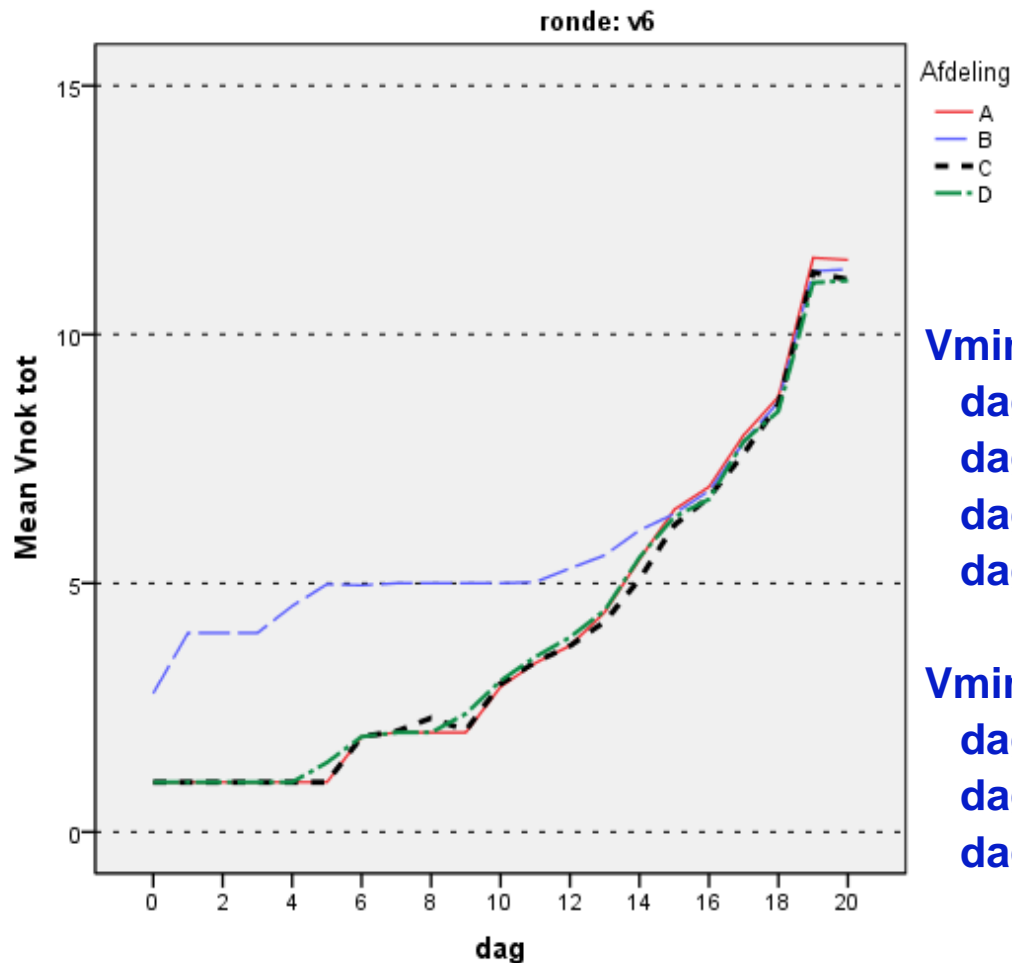
Extra CO₂ metingen dag 15 (5° ronde / opzet: 10/04/09)



Waarden CO₂ in namiddag overal lager ; voormiddag nog hoge CO₂-concentraties.
CO₂-concentraties voor alle verwarmingssystemen gelijk op dag 15

% werkelijke ventilatie in de nok (6° ronde)

opzet: 2/10/2009



Afdeling

- A CV heater
- B warmtekanon
- C CV deltabuizen
- D CV deltabuizen

Vmin bij CV deltabuizen/ heater

dag 0-3: 1,0 m³/h/kg LG

dag 4-10: 1,0 -> 0,7 m³/h/kg LG

dag 11-15: 0,7 m³/h/kg LG

dag 15-eind: 0,7 m³/h/kg LG

Vmin bij warmtekanon:

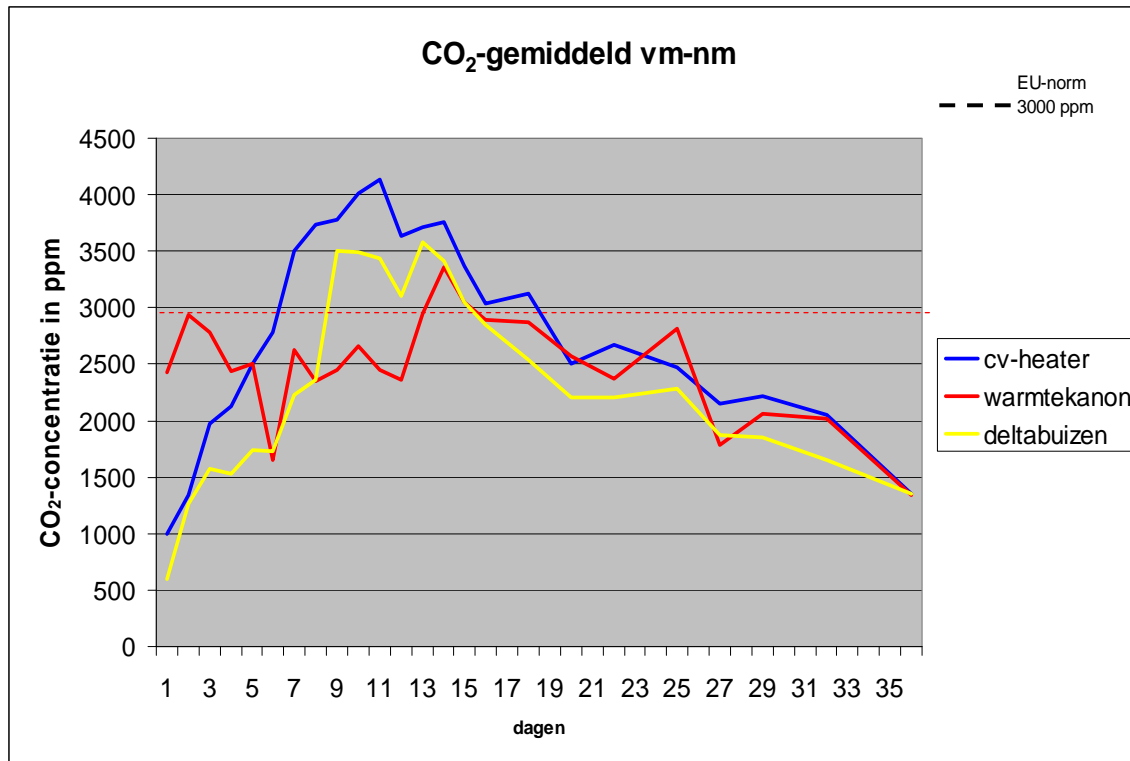
dag 0 - 10: 7,0 -> 1,3 m³/h/kg LG

dag 11 - 15: 1,3 -> 0,7 m³/h/kg LG

dag 15-eind: 0,7 m³/h/kg LG



CO₂ metingen (6° ronde / dag 1-36 / opzet: 2/10/2009)



Warmtekanon: hogere Vmin ingesteld voor eerste 10 dagen.

In afdelingen met cv-systemen hogere CO₂ waarden vanaf 2^e week.

Technische resultaten (5° ronde: 10/04/'09 - 20/05/'09)

	warmte- kanon	CV delta- buizen	CV heater
dag 20 % uitval	1,9	2,1	2,3
bruto levend gewicht (g)	983 =	984 =	984 =
netto VC	1,28	1,29	1,29
productiegetal	370,0	366,7	364,1
dag 39 % uitval	3,0	3,7	3,6
bruto levend gewicht (g)	2607	2602	2583 -
netto VC	1,69	1,70	1,72
productiegetal	376,7 +	369,6	363,8 -

Technische resultaten (5° ronde / dag 39)

	warmte- kanon	CV delta- buizen	CV heater
% uitval	3,0 +	3,7	3,6
% pootproblemen	0,4	0,8	0,7
% metabole problemen	1,8	1,9	1,8
bruto levend gewicht (g)	2607	2602	2583
voederverbruik (kg/pok)	4,18	4,18	4,19
water/voeder verhouding	1,75	1,74	1,74
netto VC	1,69	1,70	1,72
VC 1700	1,35	1,36	1,39
productiegetal	376,7 +	369,6	363,8
voederwinst (euro/pok) *	0,346 +	0,327	0,310

* voederwinst = vleesopbrengst (0.8 €/kg) - kuikencost (0.32 €/st) -
voederkost (0.315 €/kg)

Technische resultaten (6° ronde / dag 39)

	warmte- kanon		CV delta- buizen	CV heater
% uitval	3,3	+	3,8	4,2
% pootproblemen	0,5		0,6	0,9
% metabole problemen	1,3		1,8	1,9
bruto levend gewicht (g)	2274		2335	2384 +
voederverbruik (kg/pok)	3,95		3,92	3,98
water/voeder verhouding	1,87		1,84	1,87
netto VC	1,84		1,78	1,78
VC 1700	1,62		1,55	1,52
productiegetal	301,7		317,4	323,2 +
voederwinst (euro/pok) *	0,159		0,206	0,218

* voederwinst = vleesopbrengst (0.8 €/kg) - kuikencost (0.32 €/st) -
voederkost (0.315 €/kg)

Technische resultaten (dag 39)

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

ronde 5-6: aangepaste sturing cv-heater / kleiner warmtekanon

Technische resultaten (gem. 6 rondes / dag 39)

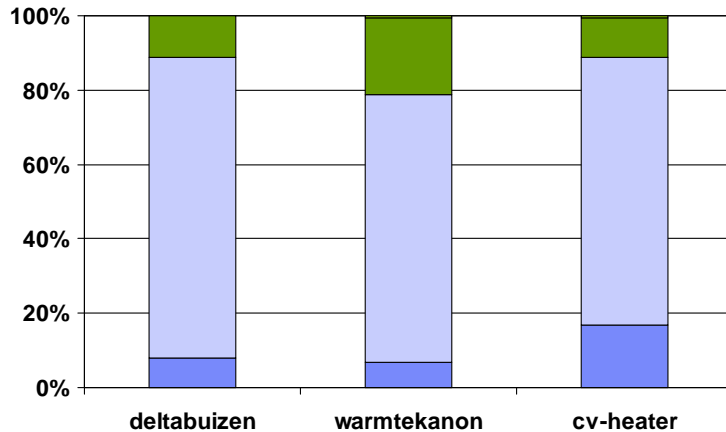
	warmte- kanon	delta- buizen	warmte- wisselaar
% uitval	3,3 a	3,8 b	3,9 b
% pootproblemen	0,8	0,8	1,0
% metabole problemen	1,5	1,7	1,8
bruto levend gewicht (g)	2514	2528	2504
voederverbruik (kg/pok)	4,09	4,02	4,06
water/voeder verhouding	1,73	1,72	1,73
netto VC	1,72 b	1,69 a	1,72 b
VC 1700	1,41 a,b	1,38 a	1,42 b
productiegetal	356,2	362,5	351,8
voederwinst (euro/pok) *	0,297 b	0,320 a	0,289 b

* voederwinst = vleesopbrengst (0.8 €/kg) - kuikencost (0.32 €/st) -
voederkost (0.315 €/kg)

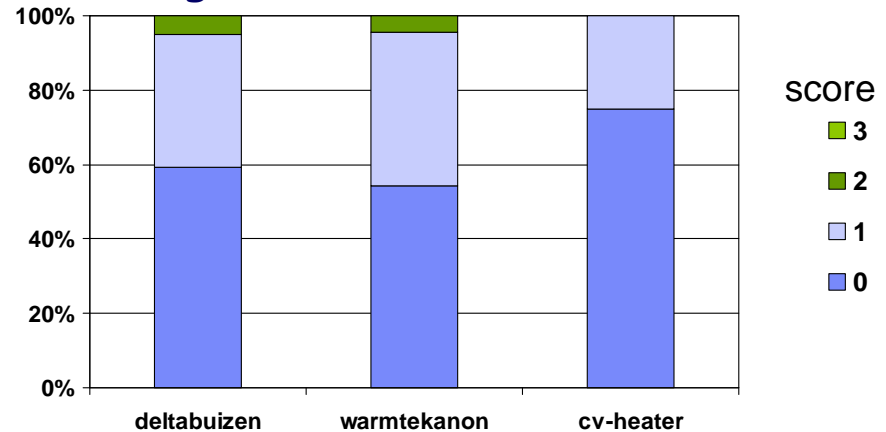
Beoordeling kuikens (% kuikens per score)

dag 39 / ronde 4 (opzet: 13/02/09)

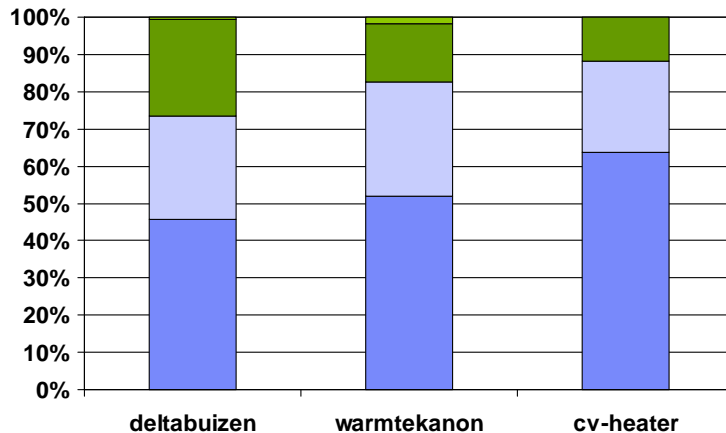
irritatie hakken



bevuilding borst



voetzoolaantasting



score van 0 tot 3, waarbij 0 = geen aantasting en 3 = heel ernstige aantasting)

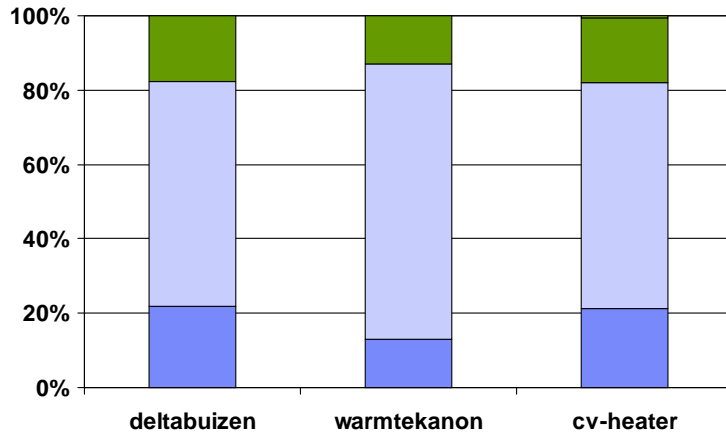
ronde 4:

warmtekanon vergelijkbaar met deltabuizen

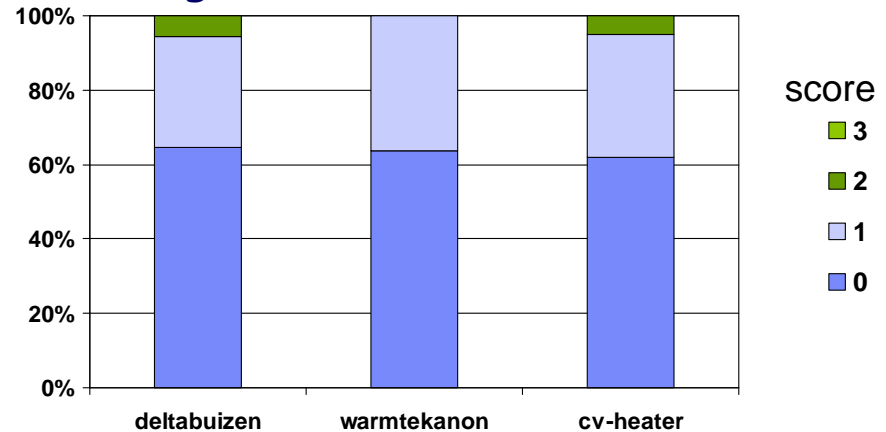
Beoordeling kuikens (% kuikens per score)

dag 39 / ronde 5 (10/04/09)

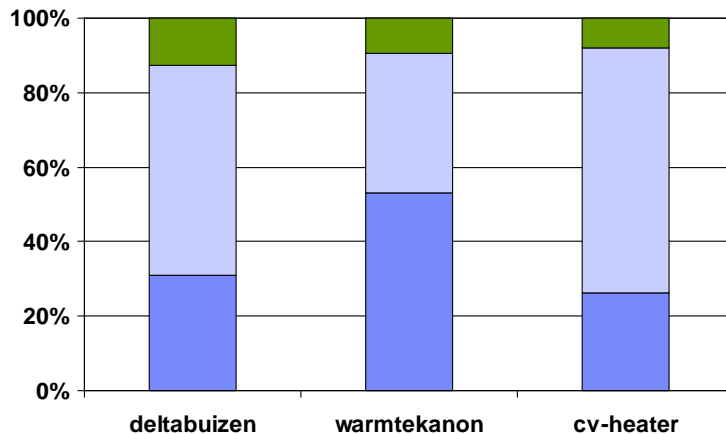
irritatie hakken



bevuilding borst



voetzoolaantasting



score van 0 tot 3, waarbij 0 = geen aantasting en 3 = heel ernstige aantasting)

ronde 5:

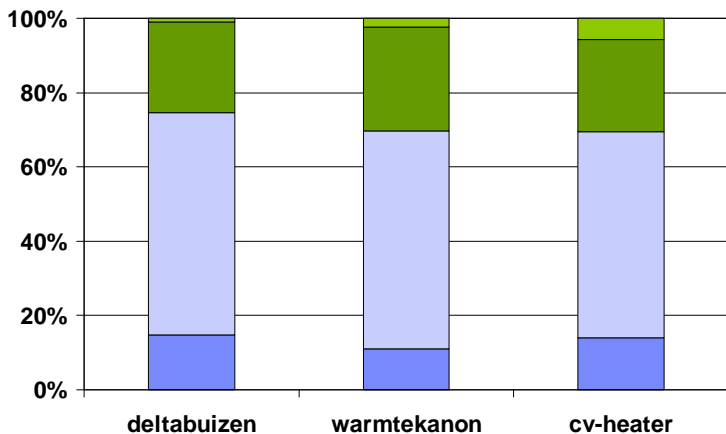
cv-heater te vergelijken met deltabuizen

warmtekanon: betere scores voor de kuikens

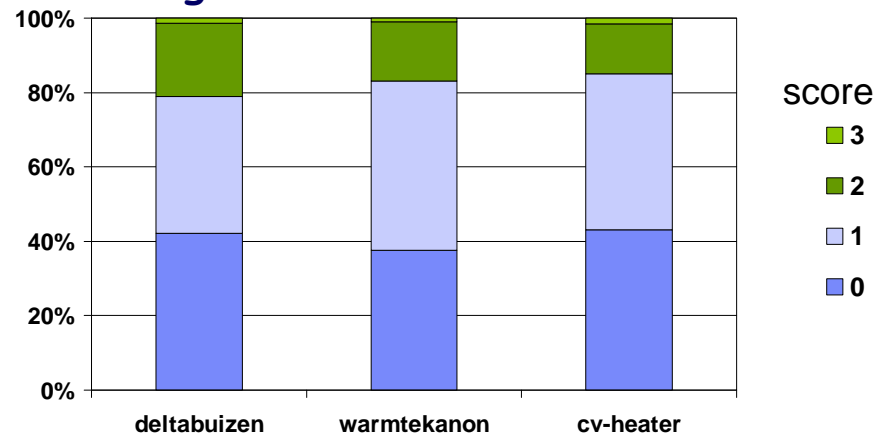
Beoordeling kuikens (% kuikens per score)

gem. 5 rondes / dag 39

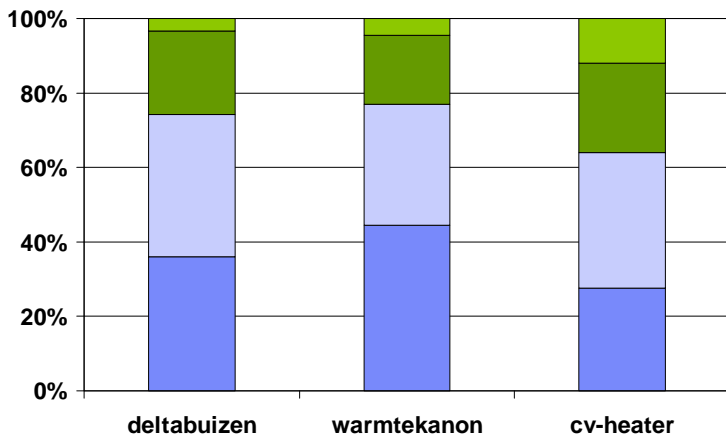
irritatie hakken



bevuilding borst



voetzoolaantasting



score van 0 tot 3, waarbij 0 = geen aantasting en 3 = heel ernstige aantasting)

cv-heater: beoordeling poten slechter door nat strooisel in eerste rondes

warmtekanon: vergelijkbaar met deltabuizen

Energieverbruik verwarming (kWh / 1000 kuikens)

Verwarming	cv heater afd. A	warmtekanon afd. B	cv deltabuizen
Ronde 1 (7/03/'08)	1180 kWh 71 % *	2075 kWh 125 %	1600 kWh
Ronde 2 (2/05/'08)	395 kWh 94 %	730 kWh 173 %	420 kWh
Ronde 3 (19/12/'08)	2385 kWh 96 %	2850Wh 115 %	2475 kWh
Ronde 4 (13/02/'09)	1195 kWh 94 %	1715 kWh 135 %	1275 kWh
Ronde 5 (10/04/'09)	580 kWh 109 %	950 kWh 180 %	530 kWh
Ronde 6 (2/10/'09)	750 kWh 94 %	1250 kWh 156 %	800 kWh

* relatief t.o.v. het gemiddelde van afdeling C en D (deltabuizen)

Energetische resultaten van de verwarming

Verwarming	Cv-heater afd. A	Warmtekanon afd. B	cv deltabuizen gem.afd. C&D
gem. verbruik kWh per 1000 kuikens	1080 (91 %)	1595 (134 %)	1190 (100 %)
Energiekost €/ 1000 kuikens Gemiddelde van 6 rondes	39 (14-86)	61 (28-109)	43.5 (15-89)

Totale CO ₂ -uitstoot (kg) voor 6 rondes /1000 kuikens*	1301 91 %	1982 138 %	1436 100 %
--	--------------	---------------	---------------

Minimum ventilatie warmtekanon in Geel hoger ingesteld

% relatief t.o.v. afdeling C en D (deltabuizen)

* Uitstoot o.b.v. brandstofverbruik

Energiekost verwarming (euro / 1000 kuikens)

verwarming	Cv-heater afd. A	Warmtekanon afd. B	Cv deltabuizen gem.afd. C&D
energiekost € / 1000 kuikens	39	61	43.5
demobedrijven energiekost €/1000 kuikens	–	33 (2)	40 (1)

minimumventilatie warmtekanon in Geel hoger ingesteld

- (1) 1 demobedrijf
- (2) gemiddelde van 3 demobedrijven met warmtekanon
- (3) de periode waarbinnen de rondes plaatsvonden zijn wel verschillend t.o.v. Geel

Energieverbruik verwarming (kWh / 1000 kuikens)

Verwarming	Cv-heater afd. A	Warmtekanon afd. B	Cv deltabuizen gem. afd. C-D
gem. verbruik kWh per 1000 kuikens	1080 (91 %)	1595 (134 %)	1190 (100 %)
verbruik (kWh/ m ²)	21,6	31,9	23,8
gem. verbruik demobedrijven (kWh/ m ²)	—	14,1 (2)	20,7 (1)

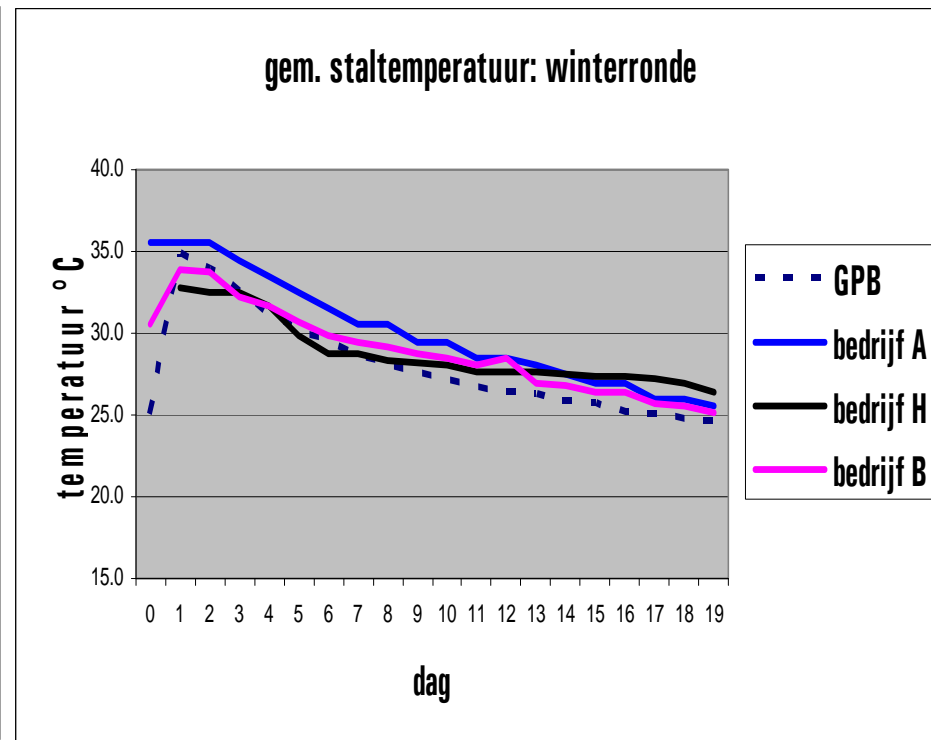
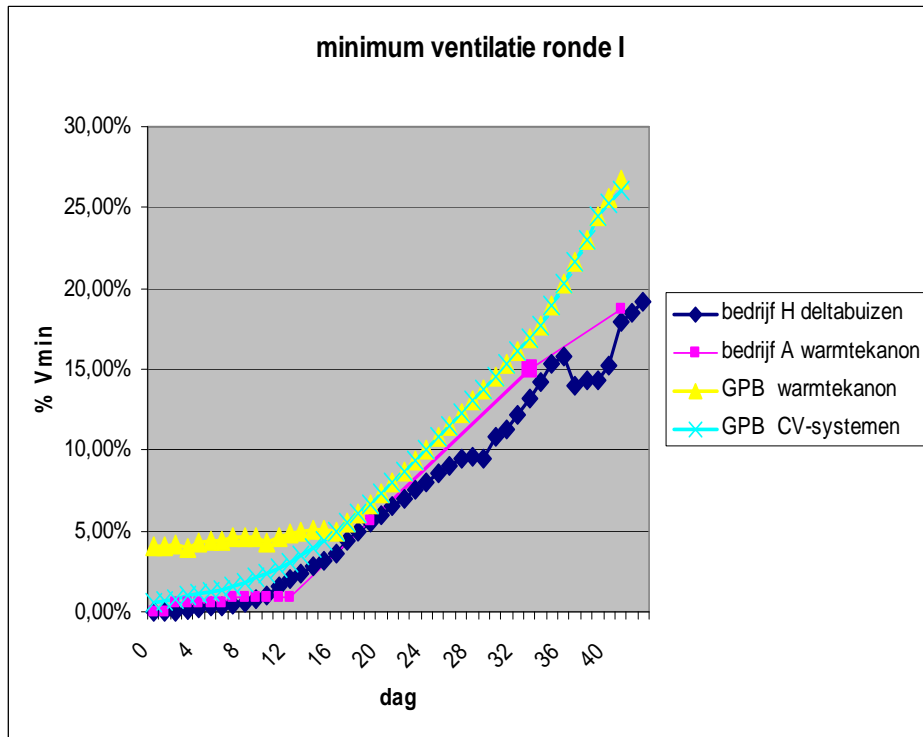
minimumventilatie warmtekanon in Geel hoger ingesteld

(1) 1 demobedrijf

(2) 3 demobedrijven

de periode waarbinnen de rondes plaatsvonden zijn wel verschillend t.o.v. Geel

Vergelijking van minimum ventilatie



De Vmin. op het Proefbedrijf is hoger ingesteld i.v.m. de demobedrijven

Zowel voor het warmtekanon alsook bij de cv-systemen

De ventilatiecapaciteit (m^3/pok) van bedrijf H is ook hoger dan bedrijf A

Energiekost verwarming (euro / 1000 kuikens)

Verwarming	CV heater	Warmtekanon	CV deltabuizen	
	afd. A	afd. B	afd. C	afd. D
Ronde 1 (7/03/'08)	42.4 71 % *	79.7 133%	60.2 101 %	59.3 99 %
Ronde 2 (2/05/'08)	14.2 94 %	28,0 185 %	15.4 102 %	14.8 98 %
Ronde 3 (19/12/'08)	85.9 96 %	109.2 123%	89.0 100 %	-
Ronde 4 (13/02/'09)	43.0 94 %	65.7 143%	45.1 98 %	46.6 102 %
Ronde 5 (10/04/'09)	20.8 109 %	36,6 193%	17.2 91 %	20.7 109 %
Ronde 6 (2/10/'09)	26.9 94 %	48,0 167 %	28.7 99 %	28.9 101 %

•relatief t.o.v. afdeling C en D (deltabuizen)

Energiekost verwarming (euro / 1000 kuikens)

Verwarming	CV heater	Warmtekanon	CV- deltabuizen
	afd. A	afd. B	gem C en D
Ronde 1 (7/03/'08)	42.4	79.7	60
Ronde 2 (2/05/'08)	14.2	26.0	15
Ronde 3 (19/12/'08)	85.9	109.2	92
Ronde 4 (13/02/'09)	43.0	65.7	46
Ronde 5 (10/04/'09)	20.8	35.6	19
Ronde 6 (2/10/'09)	26.9	48.0	29
Gem. 6 rondes	39 (90%)	61 (141%)	43

* relatief t.o.v. afdeling C en D (deltabuizen)

- berekening o.b.v. gemiddelde prijs aardgas en petroleum (voor warmtekanon)
- warmtekanon (afd. B): hogere instelling V_{min} eerste 10d

CO₂ uitstoot brandstof in kg per afdeling (= 6000 kuikens)

Verwarming	CV heater afd. A	Warmtekanon afd. B	Cv deltabuizen gem. afd A D
Ronde 1 (7/03/'08)	1420	2556	1999
Ronde 2 (2/05/'08)	476	898	506
Ronde 3 (19/12/'08)	2872	3514	2979
Ronde 4 (13/02/'09)	1439	2178	1533
Ronde 5 (10/04/'09)	696	1207	634
Ronde 6 (2/10/'09)	901	1540	963
Totaal voor 6 rondes *	7804 91 %	11893 138 %	8615 100 %

* relatief t.o.v. afdeling C en D (deltabuizen)

° gezin (4 personen) verwarming en elektr. verbruik= 5 ton CO₂ / jaar

Warmtekanon

- tussen verschillende temp. sensoren: grote temp. verschillen + grote temp. schommelingen, **beter na aanpassingen**
- verbranding van fossiele brandstoffen in de stal
 - hogere CO₂-concentraties in de stal \Leftrightarrow EU-norm: 3000 ppm
 - hogere minimumventilatie om CO₂ af te voeren
 - > hogere energiekost en meer CO₂-uitstoot !
- technische resultaten vergelijkbaar met deltabuizen
- uitval is lager (significant)
- beoordeling kuikens vergelijkbaar met deltabuizen

Cv-heater type Wesselmann

ronde 1-4

bij zelfde instellingen voor streefwaarde staltemp. en ventilatie

- toch wat lager staltemperatuur
- tussen de temp. sensoren grote temp. verschillen
- technische resultaat wat lager, strooiselkwaliteit minder, meer hakirritatie en voetzoolaantasting

Na aanpassingen :

- *goede technische resultaten, vergelijkbaar met deltabuizen*
- *beoordeling kuikens laatste rondes: vergelijkbaar met deltabuizen*
- *energieverbruik lager (+elektrisch verbruik ventilator, cv-systeem?)*
- ***maar CO₂ regelmatig hoger dan norm 3000 ppm***
=> ventilatiecurve aanpassen?
ook effect op energieverbruik van cv-systemen

Brochure

- Bezoek aan bedrijven met nieuwe verwarmingssystemen

