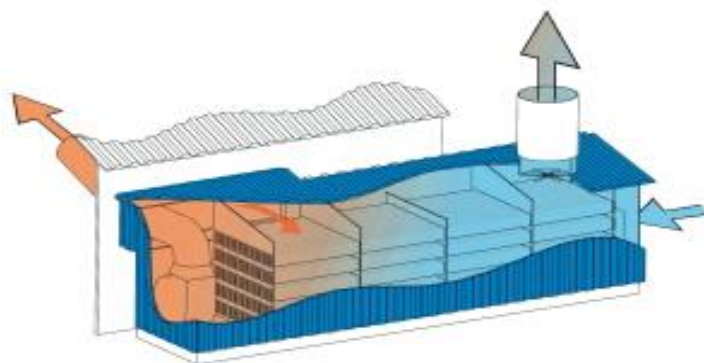


Nummer systeem		BWL 2011.02.V2	
Naam systeem		Warmtewisselaar; 31% reductie fijnstof (PM10)	
Diercategorie		Additionele technieken voor emissiereductie van fijn stof bij de diercategorieën E, F en G	
Systeembeschrijving van		Juli 2015	
Vervangt		BWL 2011.02 van juni 2013	
Werkingsprincipe		De wisselaar zorgt ervoor dat er warme ventilatielucht vanuit de stal verse lucht opwarmt. De opgewarmde verse ventilatielucht wordt in de stal uitgeblazen. Voor menging van de warme lucht met de aanwezige stallucht kan per diercategorie en huisvestingsstelsel een andere techniek worden toegepast. <u>Variant A</u> In het condensatievocht dat zich vormt op de pakketten in de wisselaar blijft stof achter. Samen met aanhechting van stof aan de wanden van de kanalen resulteert dit in een reductie van de emissie van fijnstof. <u>Variant B</u> De lucht uit de stal wordt gefilterd door filters met een verwijderingsrendement van 99% voor deeltjes >1 micron voordat deze door de warmtewisselaar gaat.	
DE TECHNISCHE UITVOERING VAN HET SYSTEEM; TECHNISCHE VOORZIENINGEN			
	Onderdeel	Uitvoeringseis	
1	Huisvestingsvorm	Afhankelijk van diercategorie en huisvestingssysteem	
2	Verwarmings- en luchtcirculatiesysteem	Er moet sprake zijn van minimaal één onderhoudsvriendelijke warmtewisselaar die verse lucht opwarmt. Deze lucht wordt vermengd met lucht in de stal. In de stal dient bij jonge dieren aanvullende verwarming aanwezig te zijn om de gewenste staltemperatuur te bereiken.	
3a	Warmtewisselaar	Warmtewisselaar(s) staat(n) buiten naast de stal opgesteld. De warmtewisselaar verwarmt vers binnenkomende ventilatielucht op alvorens deze in de stal komt. Het thermische rendement van de wisselaar is minimaal 70% bij warmtevraag op basis van: $\left(\frac{T_{\text{inblaas}} - T_{\text{buiten}}}{T_{\text{afzuig}} - T_{\text{buiten}}} \right) \times 100\%$ (T = temperatuur)	
3b		De minimaal geïnstalleerde capaciteit van de warmtewisselaar(s) bedraagt bij: - opfoklegghennen; 0,4 m³/dier/uur - leghennen; 1,0 m³/dier/uur - opfokvleeskuikenouderdieren; 1,0 m³/dier/uur - vleeskuikenouderdieren; 1,5 m³/dier/uur - vleeskuikens; 1,0 m³/dier/uur - vleeskalkoenen, hennen; 3 m³/dier/uur - vleeskalkoenen, hanen; 6,2 m³/dier/uur - vleeseenden; 2,3 m³/dier/uur De capaciteit betreft de uitgaande luchtstroom, deze is regelbaar met frequentieregelaars.	
3c	Variant A	De warmtewisselaar is uitgevoerd volgens het tegenstroomprincipe. In een kast van isolerend zijn kunststof kanalen geplaatst. De kanalen zijn minimaal 7 m lang. De binnenkomende (koude) lucht stroomt door de kanalen. De uitgaande (warme) stallucht stroomt langs de buitenkant van de kanalen.	

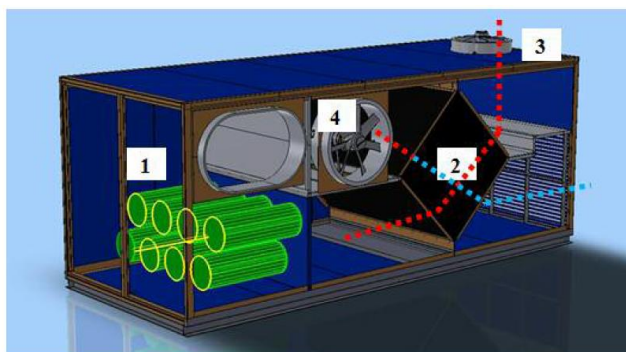
	Variant B	De warmtewisselaar is uitgevoerd volgens het kruisstroomprincipe. In een geïsoleerde omkasting zijn per unit van maximaal 25.000 m ³ /uur 8 droge stoffilters geplaatst met een werking van 99% afvang van stof met een grootte van 1 micron. Voor het regelmatig reinigen van de droogfilters is een persluchtinstallatie aanwezig. Na de stoffiltering wordt de afgevoerde lucht door de warmtewisselaar geleid met een effectief oppervlak van minimaal 395 m ² .
4	Registratieapparatuur	De volgende registratieapparatuur dient aanwezig te zijn: - apparatuur voor het registreren van het aanstaan van de warmtewisselaar (urenteller); - apparatuur voor het registreren van de gerealiseerde temperatuur(curve), binnen-, inblaas- en buitentemperatuur; - apparatuur voor het registreren van het gerealiseerde ventilatiedebiet in warmtewisselaar - apparatuur voor het registreren van de schoonmaakfrequentie (alleen variant B)
HET GEBRUIK VAN HET SYSTEEM		
	Onderdeel	Gebruikseis
a	Instelling capaciteit warmtewisselaar	<i>Dieren met verwarmingsbehoefte:</i> <u>Ingaande luchtstroom;</u> Zolang er een warmtebehoefte is in de stal, is de ventilator ingeschakeld. Het debiet wordt aangestuurd op basis van de ventilatiebehoefte van de stal. Als er geen verwarming (meer) nodig is, mag deze ingaande luchtstroom worden uitgeschakeld. <u>Uitgaande luchtstroom;</u> De ventilator voor de uitgaande luchtstroom is gedurende de gehele productieperiode ingeschakeld. De capaciteit van de uitgaande luchtstroom wordt gestuurd op basis van de ventilatiebehoefte van de stal. De uitgaande luchtstroom wordt in de periode dat er verwarming nodig is gelijk gehouden aan die van de ingaande luchtstroom. Bij toenemende ventilatiebehoefte, als er geen verwarming nodig is, neemt de capaciteit van de uitgaande luchtstroom toe tot de maximale capaciteit van de warmtewisselaar. <i>Dieren zonder verwarmingsbehoefte:</i> <u>Ingaande luchtstroom;</u> De ingaande luchtstroom is afgestemd op de eisen ten aanzien van de beluchting. <u>Uitgaande luchtstroom;</u> De ventilator voor de uitgaande luchtstroom is gedurende de gehele productieperiode ingeschakeld. De capaciteit van de uitgaande luchtstroom wordt gestuurd tot de maximale capaciteit van de warmtewisselaar op basis van de ventilatiebehoefte van de stal. Het debiet is minimaal gelijk aan de ingaande luchtstroom.
b	Reiniging variant A	De buitenzijde van de kunststofkanalen in de wisselaar moeten na iedere ronde en minimaal één keer per twee maanden worden gereinigd.
	Reiniging variant B	10 dagen na opzetten van de dieren dienen de filters minimaal 1 keer per dag automatisch worden gereinigd met de persluchtinstallatie. Na 20 dagen dient dit minimaal 2 keer per dag plaats te vinden. Na elke ronde dienen de filters met water worden gereinigd evenals de ruimte onder de filters.
c	Registratie	Ten behoeve van een controle op de werking van het systeem moeten de volgende gegevens automatisch worden geregistreerd: - het aan staan van de warmtewisselaar en de ventilator hiervan; - de temperatuur(curve); - het aanstaan van de filterreinigingsinstallatie (alleen variant B).

Werkingsresultaat	Emissiereductie fijnstof (PM10) van 31% ten opzichte van de emissiefactor van het stalsysteem waarmee het wordt gecombineerd.
Verwijzing meetrapport	Rapport 621; Maatregelen ter vermindering van fijnstofemissie uit de pluimveehouderij: validatie van een warmtewisselaar op vleeskuikenbedrijven Rapport 657; Emissies uit een vleeskuikenstal met strooiselbeluchting en warmtewisselaar. Meetprogramma Integraal Duurzame Stallen

Principeschets warmtewisselaar



Variant A



Variant B

Naam: Warmtewisselaar; 31% reductie fijnstof	Nummer: BWL 2011.02.V2
	Systeembeschrijving: juli 2015

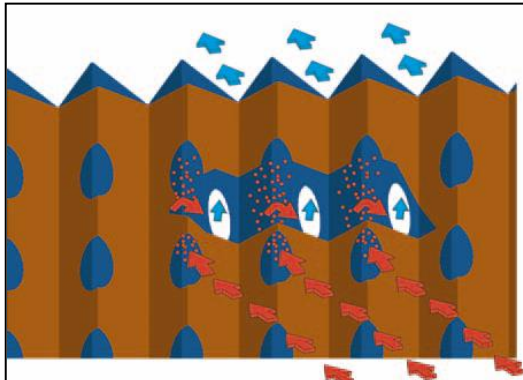
Nummer systeem		BWL 2010.29
Naam systeem		Droogfilterwand; 40% emissiereductie fijnstof (PM10)
Diercategorie		Additionele technieken voor emissiereductie van fijn stof bij de diercategorieën E, F en G.
Systeembeschrijving van		Maart 2011
Werkingsprincipe		De emissie van fijnstof (PM10) wordt beperkt door de ventilatielucht door een V-vormige kunststofwand met openingen te voeren. Het systeem bestaat uit een dubbelwandig filter waartussen stofdeeltjes d.m.v. inertiedepositie worden afgescheiden en door gravitatie op de vloer ophopen. Het stof aan het filter en op de vloer wordt m.b.v. een industriële stofzuiger verwijderd.
DE TECHNISCHE UITVOERING VAN HET SYSTEEM		
	Onderdeel	Uitvoeringseis
1a	Droogfilter (zie afbeeldingen a. en b.)	Het filter bestaat uit verticale kanalen, gevormd uit twee kunststof (30% Polyethyleen, 70% Polypropyleen) folies die in een V-vorm zijn gevouwen. De folies zijn zodanig tegen elkaar geplaatst dat tussen beide wanden een van boven af gezien pijlpuntvormige ruimte ontstaat. De diepte van deze ruimte in het filter bedraagt 35 mm, gemeten langs de centrale as van de pijlpunt.
1b		Aan beide zijden van de verticale kanalen zijn openingen in de folies aanwezig, voor het in- en uitstromen van de ventilatielucht. De diameter van de openingen in het filter bedraagt 25 mm. De verticale hart-hartafstand tussen de openingen in dezelfde zijde bedraagt 50 mm.
1c		In elk folie zitten 300 openingen/m ² .
1d		Het middelpunt van de instroomopeningen in het eerste folie zit links van het midden van de pijlbasis, zodanig dat de doorstromende lucht tegen het centrum van het linkerdeel van de tweede folie botst.
1e		De uitstroomopeningen in het tweede folie zijn aan de uiterst rechterzijde van de pijlvorm geplaatst.
1f		In het verticale vlak verspringen de hoogtes van de in- en uitstroomopeningen ten opzichte van elkaar (waardoor de instromende lucht zowel in het horizontale als het verticale vlak een afbuigende beweging moet maken om naar buiten te treden). De verticale hart-hartafstand tussen de instroomopeningen in het eerste en de uitstroomopeningen in het tweede folie bedraagt 25 mm.
2a	Filterwand	Het filter is geplaatst in een raamwerk waarmee een filterwand wordt opgebouwd. Deze wanden worden in een V-vorm opgesteld.
2b		De droogfilterwand wordt opgesteld tussen stalruimte en ventilator(en) in de gevel. Stallucht wordt d.m.v. onderdruk door het filter gevoerd (zie afbeeldingen c).
2c		De hoek tussen de droogfilterwand en de luchtstroomrichting bedraagt minimaal 35° (zie afbeelding d).
3a	Ventilatie en dimensionering	De aanstroomsnelheid van de lucht ter hoogte van het aanstroomoppervlak ¹ van het filter dient tussen 0,5 en 1,0 m/s te liggen (doel: 0,7 m/s) teneinde een luchtsnelheid in de openingen van het filter te verkrijgen van ca. 2,5 tot 5,0 m/s.

¹ Het aanstroomoppervlak wordt gevormd door de rechthoek die ontstaat bij een vrij aanzicht tegen de eerste filterwand.

3b	De minimale ventilatiecapaciteit per m ² aanstroomoppervlak van het filter bedraagt 1800 m ³ /h. De maximale ventilatiecapaciteit per m ² aanstroomoppervlak van het filter bedraagt 3600 m ³ /h.	
HET GEBRUIK VAN HET SYSTEEM		
	Onderdeel	Gebruikseis
a	Controle	Wekelijkse controle op verstopping van de droogfilterwand.
b	Reiniging	Reiniging van de droogfilterwand en vloer met behulp van een industriële stofzuiger, minimaal één keer per maand.
c	Opleveringsverklaring	Correcte dimensionering van het systeem wordt aangetoond bij aanvraag vergunning met een dimensioneringsplan van de ventilatie en het droogfiltersysteem waaruit de relatie blijkt tussen het aantal dieren, de compartimentering van het droogfiltersysteem, het filteroppervlak, de ventilatiecapaciteit door het droogfiltersysteem en de luchtsnelheid ter hoogte van het filter.
Werkingsresultaat		Emissiereductie fijnstof (PM10) van 40% ten opzichte van de emissiefactor van het stalsysteem waarmee het wordt gecombineerd.
Verwijzing meetrapport		Rapport 394, Wageningen UR Livestock Research

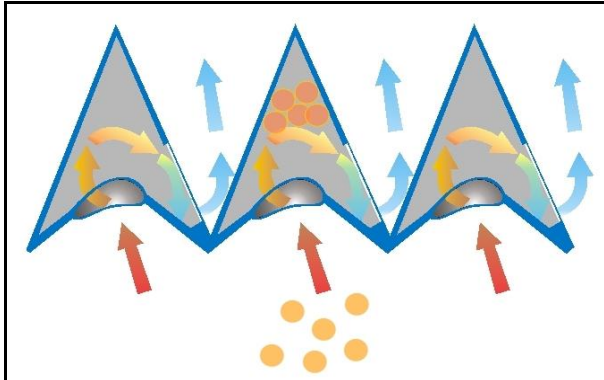
Schematische weergave droogfiltersysteem

a. Vooraanzicht filterwand



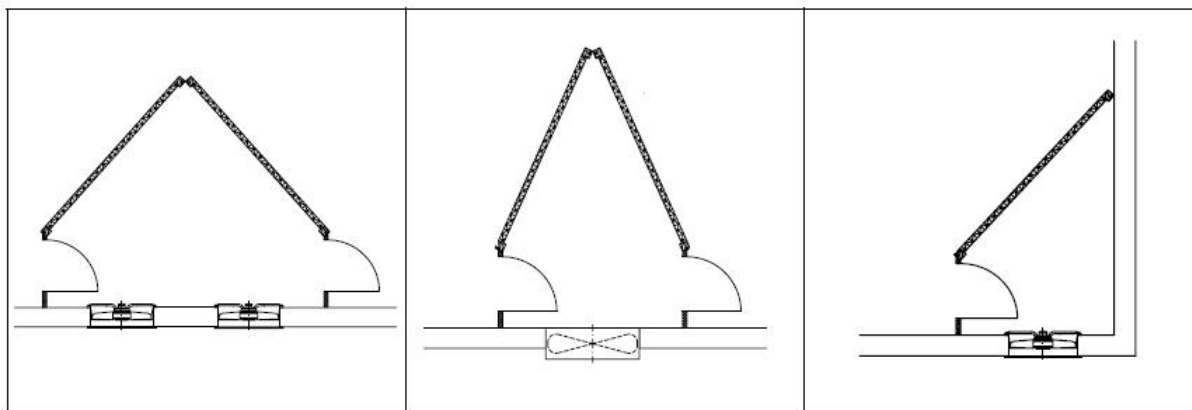
Rode pijlen: ingaande, stofrijke lucht
 Blauwe pijlen; uitgaande, stofarme lucht
 Blauwe openingen: ingang in voorste filterlaag
 Witte openingen: uitgang in achterste filterlaag

b. Bovenaanzicht filterwand

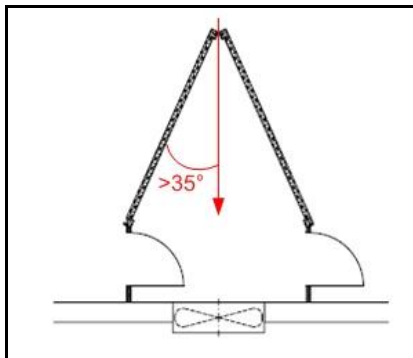


Rode pijlen: ingaande, stofrijke lucht
 Blauwe pijlen; uitgaande, stofarme lucht

c. Voorbeeld inpassing filterwanden voor de ventilator(en)



d. Minimale hoek tussen filterwand en luchtstroomrichting



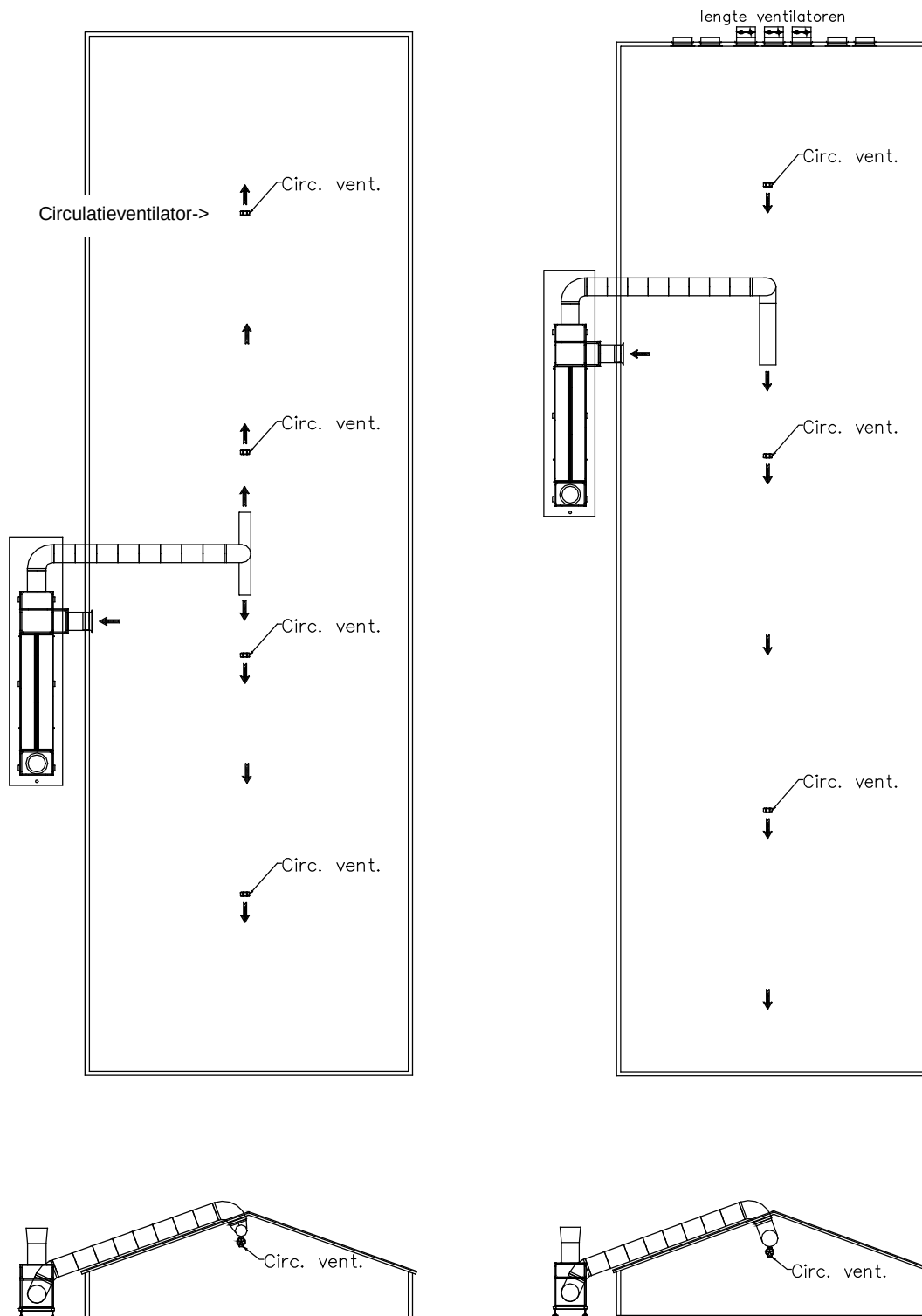
NAAM: Droogfilterwand; 40% emissiereductie fijnstof (PM10)	NUMMER: BWL 2010.29 Systeembeschrijving Maart 2011
---	---

Nummer systeem	BWL 2010.13.V5	
Naam systeem	Stal met luchtmengsysteem voor droging strooisellaag in combinatie met een warmtewisselaar	
Diercategorie	Vleeskuikens, (groot-) ouderdieren van vleeskuikens in opfok, ouderdieren van vleeskalkoenen in opfok tot 6 weken en 6 tot 30 weken en vleeskalkoenen	
Systeembeschrijving van	Juli 2015	
Vervangt	BWL 2010.13.V4 van september 2013	
Werkingsprincipe	Ammoniakemissiebeperking is gebaseerd op het drogen en verwarmen van de mest-/strooisellaag door middel van een onderhoudsvriendelijke warmtewisselaar in combinatie met: - continu draaiende circulatieventilatoren, of; - een in hoogte verstelbaar verdelersysteem met buizen op dierniveau. Met warme ventilatielucht vanuit de stal wordt in één of meer warmtewisselaar(s) verse lucht opgewarmd. De opgewarmde verse ventilatielucht wordt bij het gebruik van circulatieventilatoren boven in de stal uitgeblazen. Vervolgens wordt deze lucht door circulatieventilatoren vermengd met warme lucht bovenin de stal en naar één of beide staluiteinden gestuwd. Via de topgevelwand(en) wordt de lucht terug over de strooisellaag geleid. Bij het gebruik van verdeelbuizen wordt de opgewarmde verse ventilatielucht via een in hoogte verstelbaar verdelersysteem gelijkmatig over de strooisellaag geleid. Door het mengen van de stallucht wordt een gelijkmatige temperatuur in de gehele stal bereikt. De mest/strooisellaag wordt gedroogd en de kooldioxide (CO₂) wordt bij de dieren verdreven.	
DE TECHNISCHE UITVOERING VAN HET SYSTEEM; BOUWKUNDIG		
	Onderdeel	Uitvoeringseis
1	Stalvloeruitvoering	De totale stalvloerconstructie inclusief eventueel onderliggende zandlaag moet een warmteweerstand (Rc-waarde) hebben van minimaal 0,5.
DE TECHNISCHE UITVOERING VAN HET SYSTEEM; TECHNISCHE VOORZIENINGEN		
	Onderdeel	Uitvoeringseis
2	Huisvestingsvorm	Volledig strooiselvloer
3	Drinkwater	Drinkwatervoorziening voorzien van antimorssysteem
4a	Verwarmings- en luchtcirculatiesysteem	Er moet sprake zijn van minimaal één warmtewisselaar die verse lucht opwarmt, voor één of twee stallen. Deze lucht wordt met circulatieventilatoren vermengd met in de nok van de stal aanwezige warme lucht of via een in hoogte verstelbaar verdelersysteem gelijkmatig over het strooisel geleid. Er dient aanvullende verwarming aanwezig te zijn om de gewenste staltemperatuur te bereiken. Dit kan zowel in de stal als bij de warmtewisselaar.
4b	Warmtewisselaar	Warmtewisselaar(s) staat(n) buiten naast de stal opgesteld. De warmtewisselaar warmt vers binnenkomende ventilatielucht op alvorens deze in de stal komt. Het thermische rendement van de wisselaar is minimaal 70% bij warmtevraag op basis van: $\frac{(T_{\text{inblaas}} - T_{\text{buiten}})}{T_{\text{afzuig}} - T_{\text{buiten}}} \times 100\%$ (T = temperatuur)
4c		De minimaal geïnstalleerde capaciteit van de warmtewisselaar(s) bedraagt 0,35 m ³ per dierplaats per uur (of minimaal 8 m ³ per m ² staloppervlak). De capaciteit is regelbaar met frequentieregelaars.
4d		Bij toepassing
		De lucht dient in de nok van de stal te worden uitgeblazen.

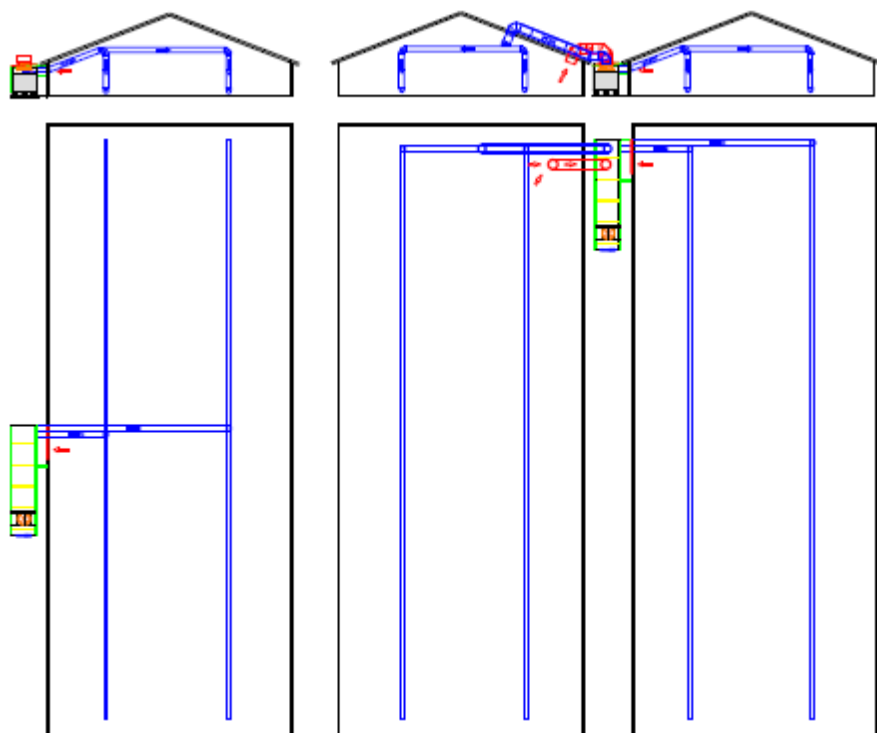
	circulatieventilatoren	
4e		De circulatieventilatoren worden bovenin de nok van de stal geplaatst op een onderlinge afstand van maximaal 20 meter en op maximaal 1,5 meter onder de nok van de stal. Deze circulatieventilatoren houden continu de luchtbeweging in de stal op gang.
4f		De minimale ventilatorcapaciteit van de circulatieventilatoren is minimaal 20 m ³ per m ² staloppervlak.
4g	Bij toepassing buizen	Bij gebruik van verdeelbuizen dient de lucht over de gehele lengte van de stal op dierniveau te worden verdeeld.
4h		De lucht dient via minimaal twee rijen in de lengte richting opgehangen horizontaal in hoogte verstelbare buizen verdeeld te worden. In de breedte van de stal is sprake van een evenredige verdeling van de buizen
4i		Het aantal buizen is volgens opgave leverancier. De buizen zijn aan weerszijden voorzien van gaatjes. Afstand, diameter en hoek volgens opgave van leverancier.
5	Registratieapparatuur	De volgende registratieapparatuur dient aanwezig te zijn: - apparatuur voor het registreren van het aanstaan van de warmtewisselaar (urenteller); - apparatuur voor het registreren van de gerealiseerde temperatuurcurve, binnen-, inblaas- en buitentemperatuur; - apparatuur voor het registreren van het gerealiseerde ventilatiedebiet in warmtewisselaar en ventilatorcapaciteit circulatieventilatoren
6	Capaciteit	Installatie in <u>bestaande stallen</u> : Te installeren capaciteit van de warmtewisselaar en aanvullende verwarming is minimaal 125 Watt per m ² bij 35°C omgevingstemperatuur. Capaciteit volgens opgave leverancier <u>Nieuwbouw</u> : Te installeren capaciteit van de warmtewisselaar en aanvullende verwarming is minimaal 100 Watt per m ² bij 35°C omgevingstemperatuur. Capaciteit volgens opgave leverancier.
HET GEBRUIK VAN HET SYSTEEM		
	Onderdeel	Gebruikseis
a	Leefoppervlak	<u>Bij vleeskuikens</u> : Minimaal 417 cm ² en maximaal 556 cm ² per dier bij opzet (18-24 dieren per m ²) <u>Bij scharrelvleeskuikens</u> : Minimaal 588 cm ² en maximaal 909 cm ² per dier bij opzet (11-17 dieren per m ²) <u>Bij biologische vleeskuikens</u> : Minimaal 1000 cm ² per dier bij opzet (10 dieren per m ²) <u>Bij (groot-)ouderdieren van vleeskuikens in opfok tot 19 weken</u> : minimaal 900 cm ² en maximaal 1100 cm ² per dier bij opzet (8,3 à 11,1 dieren per m ²) <u>Bij ouderdieren van vleeskalkoenen in opfok tot 6 weken</u> : Minimaal 625 cm ² per dier bij opzet (16 dieren per m ²) <u>Bij ouderdieren van vleeskalkoenen in opfok tot 6-30 weken</u> : Minimaal 1330 cm ² per dier bij opzet (7,5 dieren per m ²) <u>Bij vleeskalkoenen</u> : Mannelijke dieren: Minimaal 3330 cm ² /dier op 10 weken leeftijd (3,0 dieren per m ²) Vrouwelijke dieren: Minimaal 2040 cm ² /dier op 10 weken leeftijd (4,9 dieren per m ²)
b1	Luchtstroming bij toepassing circulatie ventilatoren	De lucht in het bovenste deel van de stal ¹ wordt via circulatieventilatoren via de eindgevel(s) naar beneden geleid en vervolgens goed verdeeld over het strooiseloppervlak geblazen
b2	Luchtstroming bij toepassing buizen	De opgewarmde verse ventilatielucht wordt via de buizen aan een in hoogte verstelbaar verdelersysteem gelijkmatig over het strooiseloppervlak geblazen.

¹ Het betreft hier de lucht onder het dak/de nok van de stal. De lucht is aldaar warmer dan elders in de stal.

		De hoogte van de buizen wordt versteld met de leeftijdcurve van de dieren variërend van minimaal 50 cm tot maximaal 150 cm. Tijdens het schoonmaken van de stal zijn de buizen tot aan het dak op te takelen.
c	Instelling temperatuurcurve	Minimaal de eerste 12 dagen van een ronde kan de warmtewisselaar in de volledige minimum ventilatiebehoefte van een stal voorzien. In deze periode zijn de reguliere ventilatieopeningen gesloten en wordt alle ventilatielucht via de wisselaar af- en aangevoerd. De verwarming wordt ingeschakeld naarmate er behoefte is aan extra warmte in de stal, hiervoor wordt de temperatuurcurve gevolgd.
d	Instelling ventilator in warmtewisselaar wanneer er verwarmd wordt	De hoeveelheid afgevoerde lucht wordt gemeten met een meetwaaier. De verwarming wordt ingeschakeld wanneer de ruimtetemperatuur 0,5 °C onder de temperatuurcurve komt. De ventilator in de warmtewisselaar draait bij plaatsing van de dieren op minimum niveau en gaat 100% draaien wanneer de ventilatiebehoefte van de dieren hierom vraagt. De afzuigventilator volgt hierbij de inblaas ventilatie curve.
e	Instelling ventilator in wisselaar wanneer er niet verwarmd wordt	Wanneer er geen extra warmtebehoefte is en er dus niet bij verwarmd wordt via de warmtewisselaar, mag de capaciteit worden terug geregeld tot maximaal 50% van de ventilatorcapaciteit. De wisselaar mag worden uitgeschakeld als het temperatuurverschil tussen de streefwaarde van de stal en buitentemperatuur kleiner is dan 12°C of als de dieren ouder zijn dan 4 weken.
f1	Instelling bij toepassing circulatieventilatoren	De circulatieventilatoren draaien bij plaatsing van de dieren op minimaal van de 20% capaciteit. Dit wordt evenredig opgevoerd naar 100%, zodra de maximum ventilatiecapaciteit voor luchtverversing voor de dieren wordt bereikt.
f2	Instelling bij toepassing buizen	De beluchting via de warmtewisselaar wordt gestart vanaf dag 1 en volgt de minimale ventilatie behoefte van de dieren van 10% naar 100% van de capaciteit. Na het bereiken van de maximum ventilatiecapaciteit van de warmtewisselaar dient de inblaascapaciteit gedurende de rest van de periode gelijk te blijven.
g	Registratie	Ten behoeve van een controle op de werking van het systeem moeten de volgende gegevens automatisch worden geregistreerd: - het aan staan van de warmtewisselaar en de ventilator(en) hiervan; - het aan staan van de circulatieventilatoren en het verloop over een ronde. Dit om vast te stellen dat er continu voldoende drooglucht over het strooiselbed wordt geblazen; - de temperatuurcurve.
Emissiefactor		<u>vleeskuikens (inclusief scharrel en biologisch):</u> 0,021 kg NH ₃ per dierplaats per jaar <u>(Groot-)ouderdieren van vleeskuikens in opfok tot 19 weken:</u> 0,16 kg NH ₃ per dierplaats per jaar <u>Ouderdieren van vleeskalkoenen in opfok tot 6 weken:</u> 0,10 kg NH ₃ per dierplaats per jaar <u>Ouderdieren van vleeskalkoenen in opfok tot 6-30 weken:</u> 0,30 kg NH ₃ per dierplaats per jaar <u>Vleeskalkoenen:</u> 0,43 kg NH ₃ per dierplaats per jaar
Verwijzing meetrapport		Emissiemetingen stalsystemen met Agro Clima Unit (ECN-E-10-087, september 2010)



Plattegrond en dwarsdoorsnede bij toepassen van warmtewisselaar en circulatieventilatoren



Plattegrond en dwarsdoorsnede bij toepassen van warmtewisselaar met buizen systeem

Naam: stal met luchtmengsysteem voor droging strooisellaag in combinatie met een warmtewisselaar	Nummer: BWL 2010.13.V5
	Systeem beschrijving Juli 2015