

# Gebruikershandleiding rekenmodel Vee-combistof V3.0 (pluimvee)

(Versie: oktober 2026)

## Algemeen

Bij pluimveestallen kunnen verschillende technieken worden gebruikt om de emissie van fijnstof (PM<sub>10</sub>) te reduceren. Met de rekenmodellen Vee-combistof voor pluimvee kunt u het reductiepercentage van fijnstof berekenen als een combinatie van technieken wordt toegepast.

Het rekenmodel Vee-combistof is beschikbaar voor de volgende diercategorieën:

- Opfokhennen en -hanen van legkippen jonger dan 18 weken (diercategorie HE1)
- Legkippen van 18 weken en ouder en ouderdieren van legkippen van 18 weken en ouder (diercategorie HE2)
- Ouderdieren van vleeskuikens in opfok jonger dan 19 weken (diercategorie HE3)
- Ouderdieren van vleeskuikens van 19 weken en ouder (diercategorie HE4)
- Vleeskuikens (diercategorie HE5)
- Vleeskalkoenen (diercategorie HG4)
- Vleeseenden (diercategorie HH2)

De opzet van het rekenmodel is vergelijkbaar voor de hierboven genoemde diercategorieën en wordt hieronder toegelicht.

## Werkwijze

In de geel gekleurde vakjes van het rekenmodel geeft u aan welke emissie reducerende techniek(en) worden toegepast. Indien van toepassing selecteert u ook het huisvestingssysteem in de stal. Bij de warmtewisselaar, de droge stoffilters en de droogfilterunit kunt u aangeven hoeveel ventilatielucht vanuit de stal door deze technieken gaat. Daarnaast u aangeven of de luchtstroom die door de warmtewisselaar of de droogtunnel is gegaan aanvullend nog door een andere techniek wordt gereinigd. Het rekenmodel berekent vervolgens het reductiepercentage van fijnstof. Dit is het reductiepercentage van de stal met de gekozen technieken in vergelijking met een traditionele stal zonder reducerende technieken.

In de praktijk zijn niet alle combinaties van technieken mogelijk. Als een techniek niet mogelijk is in combinatie met een andere techniek wordt dit met een rode tekst aangegeven. Het rekenmodel berekent dan geen reductiepercentage voor fijnstof.

De pijlen in het rekenmodel geven de luchtstromen vanuit de stal weer. De geselecteerde technieken reinigen deze luchtstromen. Afhankelijk van de geselecteerde technieken kan een deel van de lucht de stal ook direct (ongereinigd) verlaten. De hoeveelheden lucht in de pijlen staan in m<sup>3</sup> per uur per dier.

Stappen voor het berekenen van het reductiepercentage:

1. Kies het rekenmodel voor de gewenste diercategorie. Bij de rekenmodellen voor opfok legkippen (HE1), legkippen (HE2) en vleeskuikenouderdieren (HE4) is in het rekenmodel een onderverdeling in huisvestingssystemen opgenomen waaruit gekozen kan worden. Met behulp van de pijltjestoets rechts van het gele vakje "kies een categorie"  worden de invoermogelijkheden zichtbaar.
2. Kies bij "staltechniek" de techniek die in de stal wordt gebruikt. Als in de stal geen techniek wordt toegepast, kiest u voor "geen staltechniek". Met behulp van de pijltjestoets rechts van het gele vakje  worden de invoermogelijkheden zichtbaar.
3. Als u een warmtewisselaar toepast, geeft u aan of dit een warmtewisselaar is met of zonder stoffilters. Kies daarna met behulp van de pijltjes  hoeveel ventilatielucht vanuit de stal door de warmtewisselaar gaat. Dit kan in stapjes van 0,05 of 0,10 m<sup>3</sup>/dier/uur.

**Let op:** het gerealiseerde reductiepercentage bij de warmtewisselaar is weergegeven in het 'groene vakje' en is afhankelijk van de gekozen ventilatiehoeveelheid in m<sup>3</sup>/dier/uur. Het gerealiseerde reductiepercentage wordt beïnvloed door een voorgaande techniek, zoals een staltechniek. Zie onderstaande voorbeelden voor een stal met vleeskuikens:

- *Eén techniek: warmtewisselaar met stoffilter, ventilatiehoeveelheid 0,75 m<sup>3</sup>/dier/uur*  
→ *Het gerealiseerde reductiepercentage (weergegeven in het 'groene vakje') van de warmtewisselaar met stoffilter is 31%*
- *Een combinatie van technieken: ionisatie met koolstofborstels in de stal én een warmtewisselaar met stoffilter, ventilatiehoeveelheid 0,75 m<sup>3</sup>/dier/uur*  
→ *Het gerealiseerde reductiepercentage (weergegeven in het 'groene vakje') van de warmtewisselaar met stoffilter is 21%*  
*De stallucht die naar de warmtewisselaar gaat bevat minder fijnstof door de techniek in de stal (ionisatie met koolstofborstels). Bij een ventilatiehoeveelheid van 0,75 m<sup>3</sup>/dier/uur is het gerealiseerde reductiepercentage van de warmtewisselaar met stoffilter daardoor minder dan 31%.*


*Voor meer informatie zie Bijlage 1. Verantwoording berekeningen - technische toelichting bij het rekenmodel.*

4. Bij gebruik van een rekenmodel met de optie 'droogtunnel': Kies als u een droogtunnel toepast bij (opfok) legkippen of dit een droogtunnel is met platen of banden. Kies vervolgens of de droogtunnel en de warmtewisselaar "parallel" of "serie" geschakeld zijn als deze beiden aanwezig zijn. In serie betekent dat de luchtstroom eerst door de droogtunnel gaat en daarna door de warmtewisselaar. Parallel betekent dat er twee gescheiden luchtstromen zijn vanuit de stal, waarbij de ene luchtstroom door de warmtewisselaar gaat en de andere door de droogtunnel.  
Als er geen warmtewisselaar aanwezig is selecteert u de optie "parallel geschakeld".

**Let op:** *het gerealiseerde reductiepercentage van de droogtunnel is weergegeven in het 'groene vakje' en is afhankelijk van het type droogtunnel. Daarnaast wordt het gerealiseerde reductiepercentage beïnvloed door een voorgaande geselecteerde techniek, bijvoorbeeld een staltechniek. Zie onderstaande voorbeelden voor een volièrestal met legkippen:*

- *Eén techniek: droogtunnel met geperforeerde banden (30% reductie)*  
→ *Het gerealiseerde reductiepercentage in het 'groene vakje' bij de droogtunnel is 30%*
- *Een combinatie van technieken: een strooiselschuif én een droogtunnel met geperforeerde banden*  
→ *Het gerealiseerde reductiepercentage in het 'groene vakje' bij de droogtunnel is 24%*  
*De stallucht die naar de droogtunnel gaat bevat minder fijnstof door het gebruik van de strooiselschuif. Het gerealiseerde reductiepercentage van de droogtunnel is daardoor minder dan 30%.*

*Voor meer informatie zie Bijlage 1. Verantwoording berekeningen - technische toelichting bij het rekenmodel.*

5. Als u droge stoffilters of droogfilterunits<sup>1</sup> als techniek toepast, kies dan met behulp van de pijltjes  hoeveel ventilatielucht vanuit de stal door deze techniek gaat. Dit kan in stapjes van 0,05 of 0,10 m<sup>3</sup>/dier/uur. Het weergegeven reductiepercentage is afhankelijk van de gekozen ventilatiehoeveelheid.
6. Kies bij "overige technieken" een techniek om de fijnstof emissie (verder) te reduceren.
7. Als de luchtstroom vanuit de warmtewisselaar of de droogtunnel ook door de "overige techniek" gaat, kunt u dit aangeven door "ja" te selecteren bij "lucht ww/droogtunnel door overige techniek".
8. Vervolgens ziet u het reductiepercentage PM<sub>10</sub> van de geselecteerde combinatie van technieken. Als een combinatie van technieken niet mogelijk is, wordt dit aangegeven met een rode tekst. Er wordt in dat geval geen reductiepercentage berekend.
9. Het bestand kan als PDF worden opgeslagen. Sla daarvoor eerst het Excel-bestand van het rekenmodel op in de gewenste map. Klik vervolgens op de button "Opslaan als PDF". De PDF wordt dan opgeslagen in de map waarin ook het Excel-bestand van het rekenmodel staat.

<sup>1</sup> Het droogfilter is beschikbaar in twee uitvoeringen. Een uitvoering als een filterwand en een uitvoering met een frame dat onder een dakventilator hangt. In het rekenmodel Vee-combistof zijn deze uitvoeringen aangegeven als respectievelijk een droogfilterwand en een droogfilterunit (zie ook OW2010.29). De droogfilterwand kunt u selecteren bij "overige technieken".

Het rekenmodel Vee-combistof V 2.1 staat niet op zichzelf. Het is gebaseerd op de systeem-beschrijvingen van de huisvestingssystemen en aanvullende technieken voor pluimvee. Deze systeembeschrijvingen zijn opgenomen in respectievelijk bijlage V en VI van de Omgevingsregeling.

Om aanspraak te kunnen maken op het berekende reductiepercentage voor fijnstof (PM<sub>10</sub>) moet zijn voldaan aan de systeembeschrijvingen van de geselecteerde aanvullende technieken. In de systeembeschrijvingen van de technieken staan de technische voorwaarden en de voorwaarden voor gebruik. Daarnaast moet ook het toegepaste huisvestingssysteem in de stal voldoen aan de uitvoerings- en gebruikseisen die staan in de bij dat stalsysteem behorende systeembeschrijving.

In bijlage 1 staat een uitgebreidere verantwoording van de berekeningen en een technische toelichting op het rekenmodel Vee-combistof.

### **Stappen voor het berekenen van het reductiepercentage – aanvullende informatie**

Hier vindt u aanvullende informatie bij de verschillende stappen om het reductiepercentage van fijnstof te berekenen met het rekenmodel Vee-combistof voor een combinatie van aanvullende technieken.

#### Ad 1. Aanvullende informatie over de rekenmodellen per diercategorie

Voor elke diercategorie is een apart rekenmodel Vee-combistof. Bij de rekenmodellen voor opfok legkippen (HE1), legkippen (HE2) en vleeskuikenouderdieren (HE4) is in het rekenmodel een onderverdeling naar huisvestingssysteem opgenomen.

#### Rekenmodel Opfok legkippen (diercategorie HE1)

- grondhuisvesting
- volièrehuisvesting
- kooi/koloniehuisvesting

#### Rekenmodel Legkippen (diercategorie HE2)

- grondhuisvesting
- volièrehuisvesting
- kooi/koloniehuisvesting

#### Rekenmodel Opfok vleeskuikenouderdieren (diercategorie HE3)

#### Rekenmodel Vleeskuikenouderdieren (diercategorie HE4)

- grondhuisvesting
- volièrehuisvesting
- groepskooi

#### Rekenmodel Vleeskuikens (diercategorie HE5)

#### Rekenmodel Vleeskalkoenen (diercategorie HG4)

- kalkoen hennen
- kalkoen hanen

#### Rekenmodel Vleeseenden (diercategorie HH2)

#### *Maximale ventilatiedebiet en (minimaal) geïnstalleerde capaciteit*

In het rekenmodel wordt het maximale ventilatiedebiet aangegeven in m<sup>3</sup>/dier/uur. Deze waarde is niet de geïnstalleerde capaciteit in de stal. Het maximale ventilatiedebiet is gebaseerd op metingen aan praktijkstallen tijdens emissiemetingen. Meer informatie over de achterliggende waarden is te vinden in bijlage B van rapport 621 van Wageningen UR Livestock Research (Maatregelen ter vermindering van fijnstofemissie uit de pluimveehouderij: validatie van een warmtewisselaar op vleeskuikenbedrijven - 2013).

Naast het maximale ventilatiedebiet wordt per techniek de hoeveelheid ventilatielucht weergegeven die door de techniek gaat. Dit is de (minimaal) geïnstalleerde capaciteit van de techniek, die nodig is om de berekende reductie van fijnstof bij een specifieke diercategorie te kunnen behalen.

Voor bijvoorbeeld een warmtewisselaar met 50% reductie van fijnstof is de minimaal geïnstalleerde capaciteit (voor een warmtewisselaar variant A zonder stoffilters) bij:

- Opfok vleeskuikenouderdieren -> 1,9 m<sup>3</sup>/dier/uur
- Vleeskuikenouderdieren -> 2,9 m<sup>3</sup>/dier/uur
- Vleeskuikens -> 2,0 m<sup>3</sup>/dier/uur

Ad 2. Aanvullende informatie over de staltechnieken per diercategorie  
Er kan een keuze worden gemaakt uit de volgende technieken:

Bij opfok legkippen (diercategorie HE1)

- bij grondhuisvesting
  - oliefilm met robot (AP1.3)
  - ionisatie met koolstofborsteltjes (AP2.3)
  - ionisatie met interne luchtcirculatie (AP2.6)
- bij volièrehuisvesting
  - oliefilm met sproeikoppen (AP1.2)
  - ionisatie met koolstofborsteltjes (AP2.3)
  - ionisatie met interne luchtcirculatie (AP2.6)
- bij koloniehuisvesting
  - ionisatie met koolstofborsteltjes (AP2.3)
  - ionisatie met interne luchtcirculatie (AP2.6)

Bij legkippen (diercategorie HE2)

- bij grondhuisvesting
  - oliefilm met robot (AP1.3)
  - ionisatie met koolstofborsteltjes (AP2.3)
  - ionisatie met interne luchtcirculatie (AP2.6)
- bij volièrehuisvesting
  - oliefilm met sproeikoppen (AP1.2)
  - strooiselschuif (AP100.2)
  - ionisatie met koolstofborsteltjes (AP2.3)
  - ionisatie met interne luchtcirculatie (AP2.6)
  - combinatie strooiselschuif (AP100.2) met oliefilm met sproeikoppen (AP1.2)
  - combinatie strooiselschuif (AP100.2) met ionisatie met koolstofborsteltjes (AP2.3)
  - combinatie strooiselschuif (AP100.2) met ionisatie met interne luchtcirculatie (AP2.6)
- bij kooi/koloniehuisvesting
  - ionisatie met koolstofborsteltjes (AP2.3)
  - ionisatie met interne luchtcirculatie (AP2.6)

Bij opfok vleeskuikenouderdieren (diercategorie HE3)

- ionisatie met koolstofborsteltjes (AP2.3)
- ionisatie met interne luchtcirculatie (AP2.6)

Bij vleeskuikenouderdieren (diercategorie HE4)

- bij grondhuisvesting
  - oliefilm met robot (AP1.3)
  - ionisatie met koolstofborsteltjes (AP2.3)
  - ionisatie met interne luchtcirculatie (AP2.6)
- bij volièrehuisvesting
  - oliefilm met sproeikoppen (AP1.2)
  - ionisatie met koolstofborsteltjes (AP2.3)
  - ionisatie met interne luchtcirculatie (AP2.6)
- bij groepskooi
  - ionisatie met koolstofborsteltjes (AP2.3)
  - ionisatie met interne luchtcirculatie (AP2.6)

Bij vleeskuikens (diercategorie HE5)

- ionisatie met negatieve coronadraden (AP2.1)
- ionisatie met koolstofborsteltjes (AP2.3)
- ionisatie met negatieve coronadraden (prikkeldraad) (AP2.4)
- ionisatie met ionisatie-units (AP2.5)
- ionisatie met interne luchtcirculatie (AP2.6)

Bij vleeskalkoenen (diercategorie HG4)

- ionisatie met koolstofborsteltjes (AP2.3)
- ionisatie met interne luchtcirculatie (AP2.6)

Voor de diercategorie Vleeseenden (diercategorie HH2) zijn geen technieken in de stal beschikbaar, die kunnen worden toegepast.

De techniek 'Oliefilm met drukleidingen' (AP1.1) is niet mogelijk in combinatie met een andere techniek. Dit systeem is daarom niet opgenomen in het rekenmodel. De inschatting is dat deze techniek door de aanwezigheid van oliedruppeltjes een negatief effect heeft op het verwijderingsrendement van alle andere technieken. Als de techniek 'Oliefilm met drukleidingen' wordt toegepast in de stal, geldt het reductiepercentage dat is vermeld in de bijlage VI van de Omgevingsregeling.

De techniek 'Oliefilm met robot' (AP1.3) is wel opgenomen in het rekenmodel. Het aspect van oliedruppeltjes in de stallucht geldt niet voor de olierobot, omdat de olie niet wordt verneveld in de hele stalruimte, maar direct boven het strooisel. Deze techniek met olie kan daarom wel met andere technieken worden gecombineerd.

NB: Na de eerste ontwikkeling van de olierobot en de validatiemetingen is de leverancier gestopt met het verder ontwikkelen van deze techniek. Daarmee is er voor de olierobot nu geen leverancier.

Ad 3. Aanvullende informatie over de warmtewisselaar

Er zijn verschillende soorten warmtewisselaars. Het reductiepercentage is afhankelijk van de hoeveelheid lucht die door de warmtewisselaar gaat (de minimaal geïnstalleerde capaciteit). Daarnaast is het reductiepercentage afhankelijk van het al dan niet aanwezig zijn van stoffilters.

Bij een warmtewisselaar met stoffilters haalt de stoffilter het stof uit de lucht, voordat deze door de warmtewisselaar gaat en voorkomt vervuiling van de warmtewisselaar. De stoffilters die worden toegepast hebben een verwijderingsrendement van 99% voor PM<sub>10</sub>. Doordat er altijd sprake is van lekluft is het maximaal haalbare rendement voor de warmtewisselaar met stoffilter op 95% gesteld in het rekenmodel.

Ad 4. Aanvullende informatie over de droogtunnel

Er kan een keuze worden gemaakt uit de volgende twee typen droogtunnels:

- Droogtunnel met geperforeerde banden (AP3.1)  
(de aanvullende techniek 'Mestdroogsystemen met geperforeerde doek (AP3.3) is hieraan gelijk en heeft eenzelfde reductie voor fijnstof);
- Droogtunnel met geperforeerde metalen platen (AP3.2).

Een droogtunnel is alleen in de rekenmodellen voor opfok legkippen en legkippen mogelijk.

Bij een droogtunnel wordt de uitgaande stallucht 'gefilterd' tot 2,0 m<sup>3</sup>/dier/uur bij legkippen. Bij opfok legkippen is dit 0,85 m<sup>3</sup>/dier/uur.

De droogtunnel kan 'parallel geschakeld' of 'serie geschakeld' zijn met een warmtewisselaar, als deze beiden worden toegepast.

#### 1. *Parallel geschakeld*

Bij deze combinatie is er sprake van twee deelluchtstromen, waarbij de lucht niet door beide technieken gaat. Bij deze schakeling gelden de hoeveelheden lucht zoals aangegeven in het

rekenmodel of de systeembeschrijvingen van de technieken. Het reductiepercentage is gebaseerd op de situatie dat in eerste instantie de lucht door de warmtewisselaar gaat. Bij meer ventilatiebehoefte gaat het meerdere door de droogtunnel. Dit laatste tot de in de beschrijving van de droogtunnel aangegeven geïnstalleerde capaciteit van 2 m<sup>3</sup>/dier/uur bij legkippen en 0,85 m<sup>3</sup>/dier/uur bij opfok legkippen. Zowel warmtewisselaar als droogtunnel voldoen verder aan de eisen die staan in de betreffende systeembeschrijving.

## 2. Serie geschakeld

In deze opstelling gaat de lucht eerst door de droogtunnel en (een deel daarvan) nog door de warmtewisselaar. Ook voor deze opstelling gelden de hoeveelheden lucht zoals aangegeven in de systeembeschrijvingen van de technieken. Als de warmtewisselaar een lagere capaciteit vraagt dan de droogtunnel, gaat een deel van de lucht alleen door de droogtunnel. Omdat er op stalniveau een kleinere hoeveelheid lucht wordt gereinigd, is het uiteindelijke reductiepercentage lager dan bij een parallelle plaatsing van beide technieken. Dit ondanks de extra reinigungsstap van de lucht door de warmtewisselaar.

### Ad 5. Aanvullende informatie over de droge stoffilter en de droogfilterunit

Bij de droge stoffilter(s) is het reductiepercentage afhankelijk van de hoeveelheid lucht die door het stoffilter wordt geleid. De stoffilters die worden toegepast hebben een verwijderingsrendement van 99% voor PM<sub>10</sub>. Doordat er altijd sprake is van lekluft is het maximaal haalbare rendement voor de droge stoffilter(s) op 95% gesteld.

De droge stoffilters verwijderen het fijnstof vrijwel geheel uit de luchtstroom. Daarom wordt de lucht vanuit de stoffilter voor het berekenen van de totale reductie niet meer door een andere nageschakelde techniek geleid. Dit betekent dat de droge stoffilter in het rekenmodel niet gecombineerd kan worden met een (biologische) luchtwasser of biofilter. Voor de (biologische) luchtwassers en de biofilter is het namelijk voorgeschreven dat alle lucht vanuit de stal door deze technieken gaat. Alleen dan kan het reductiepercentage voor geur en ammoniak, dat in de systeembeschrijving van deze technieken staat worden toegepast.

Ook bij de droogfilterunit(s) is het reductiepercentage op stalniveau afhankelijk van de hoeveelheid lucht van de totaal geïnstalleerde capaciteit, die door het filterunit wordt geleid. Het verwijderingsrendement voor de droogfilterunit(s) is 40%.

In het rekenmodel is het niet mogelijk om de lucht vanuit de droogfilterunit(s) door een andere nageschakelde techniek te leiden. Reden hiervan is de praktische uitvoering door de plaatsing van de unit onder de kokers van de dakventilatoren. Dit betekent dat de droogfilterunit(s) in het rekenmodel niet gecombineerd kunnen worden met een (biologische) luchtwasser of biofilter.

### Ad 6 en 7. Aanvullende informatie over de overige aanvullende technieken

Er kan bij 'overige technieken' een keuze worden gemaakt uit de volgende technieken:

- chemisch luchtwassysteem (35% reductie fijnstof)
- chemisch luchtwassysteem (70% reductie fijnstof)
- biologisch luchtwassysteem (60% reductie fijnstof)
- biologisch luchtwassysteem (75% reductie fijnstof)
- biofilter (LW1.6)
- ionisatiefilter (AP2.2)
- waterluchtwassysteem (LW3.1)
- droogfilterwand<sup>2</sup> (AP100.1)
- luchtconditioneringsunit (AP100.3)
- luchtconditioneringsunit met chemische reinigungsstap (AP100.6)<sup>3</sup>

Voor de luchtwasser en biofilter geldt dat altijd alle lucht vanuit de stal door de luchtwasser of biofilter moet gaan. De optie dat een deel van de stallucht door deze technieken gaat, is daarom niet in het

---

<sup>2</sup> Het droogfilter is beschikbaar in twee uitvoeringen. Een uitvoering als een filterwand en een uitvoering met een frame dat onder een dakventilator hangt. In het rekenmodel Vee-combistof zijn deze uitvoeringen aangegeven als respectievelijk een droogfilterwand en een droogfilterunit (zie ook OW2010.29).

<sup>3</sup> De luchtconditioneringsunit met chemische reinigungsstap kan toegepast worden bij de diercategorie Legkippen (HE2) en de diercategorie Vleeskuikenunderdieren (HE4).

rekenmodel opgenomen. Alleen als alle lucht vanuit de stal door de luchtwasser of de biofilter gaat, kan het reductiepercentage voor ammoniak en geur bij deze technieken worden toegepast.

Als een biologische luchtwasser of een biofilter wordt gecombineerd met een warmtewisselaar en de lucht vanuit de warmtewisselaar niet door de wastechniek gaat, betekent dit dat er een (groot) deel van het jaar geen lucht door (een deel van) de wastechniek gaat. Het verwijderingsrendement dat is aangegeven in de systeembeschrijving wordt dan niet behaald. Ook zijn er perioden dat over de dag afwisselend wel en geen lucht door (een deel van) de wastechniek gaat. Ook dit heeft gevolgen voor het verwijderingsrendement van ammoniak en geur van deze technieken. Dit, omdat biologische wassers en een biofilter 'tijd' nodig hebben om te komen tot een optimale reductie van ammoniak en geur.

Voor de droogfilterwand, het ionisatiefilter en het waterluchtwassysteem geldt niet dat alle lucht vanuit de stal door deze technieken hoeft te gaan. Er kan gekozen worden voor de zogenaamde 'parallel schakeling' waarbij de lucht die al door de warmtewisselaar of droogtunnel is gegaan direct de stal verlaat. Het reductiepercentage op stalniveau wordt dan berekend op basis van de reductie per deelluchtstroom.

NB: Na de metingen voor het vaststellen van het verwijderingsrendement heeft de leverancier besloten niet verder te werken aan de ontwikkeling van het ionisatiefilter. Daarmee is het filter nu niet leverbaar.

In het rekenmodel kan de luchtconditioneringsunit (met chemische reinigingstap) gecombineerd worden met diverse technieken in de stal en met de droogtunnel. De optie om de luchtconditioneringsunit (met chemische reinigingstap) te combineren met de warmtewisselaar, de droge stoffilter of de droogfilterunit is niet in het rekenmodel opgenomen. Bij de combinatie met een droogtunnel is de optie voor een 'parallel schakeling' niet mogelijk. Alle ventilatielucht uit het dierenverblijf moet via de luchtconditioneringsunit (s) het gebouw verlaten. Anders gaat een deel van het werkingsprincipe van deze techniek (koelen van binnenkomende lucht) verloren.

Ad 8. Aanvullende informatie over combinaties die niet mogelijk of logisch zijn

Het rekenmodel Vee-combistof is gebaseerd op de aanvullende technieken die zijn opgenomen in bijlage VI van de Omgevingsregeling met de daarbij behorende systeembeschrijvingen.

In de praktijk zijn niet alle combinaties van aanvullende technieken en pluimveecategorieën mogelijk. Als een bepaalde techniek niet mogelijk is bij een gekozen pluimveecategorie wordt dit met een rode tekst aangegeven. Ook als een combinatie van technieken niet is toegestaan, verschijnt er een rode tekst die dit aangeeft. Er wordt dan geen reductiepercentage voor fijnstof berekend.

Als een combinatie van aanvullende technieken in de praktijk niet logisch of zinvol is, wordt dit ook met een rode tekst aangegeven. Er wordt dan wel een reductiepercentage berekend. Combinaties zijn in de praktijk niet logisch of zinvol vanwege technische beperkingen of doordat de extra bijdrage aan de stofreductie minimaal is.

In het rekenmodel Vee-combistof wordt bij elke techniek het resultaat van de emissiereductie vermeld op basis van de hoeveelheid ventilatielucht die door de techniek gaat (de groene vakjes bij de techniek). In de rechterkolom worden de afzonderlijke percentages opgeteld om tot het reductiepercentage van de combinatie van technieken te komen. Het berekende reductiepercentage van een combinatie wordt naar beneden afgerond op een geheel getal (voorbeeld: 78,6 wordt 78).

Bij het berekenen van het reductiepercentage van een combinatie van technieken wordt tussentijds niet afgerond. Hierdoor kan het zijn dat bij bepaalde combinaties de som van de afzonderlijke reductiepercentages van de technieken niet gelijk is aan het berekende reductiepercentage van de combinatie van de technieken dat in de rechterkolom is weergegeven.

## Bijlage 1. Verantwoording berekeningen - technische toelichting bij het rekenmodel

Het rekenmodel Vee-combistof is gebaseerd op de aanvullende technieken die zijn opgenomen in de bijlage VI van de Omgevingsregeling met de daarbij behorende systeembeschrijvingen.

De basisformule voor het reductiepercentage van combinaties van aanvullende technieken is:

$$\text{Reductie\% combinatie} = (1 - (1 - \text{red\%A} / 100\%)(1 - \text{red\%B} / 100\%)) * 100\%$$

Waarbij:

red%A = het reductiepercentage van techniek A

red%B = het reductiepercentage van techniek B

(bij meer combinaties wordt de rekenformule op dezelfde wijze uitgebreid met C, D,..)

Bij deelstromen van ventilatielucht ligt dit gecompliceerder, doordat dan luchtstromen gesplitst worden en er deelstromen worden gereinigd. Het verwijderingsrendement van deze combinaties is afhankelijk van de hoeveelheid ventilatielucht die door elk van de technieken gaat. De bovenstaande formule is daarom niet van toepassing, al blijft het principe gelijk.

Als gekozen is voor de optie 'deelstromen' wordt het reductiepercentage van de combinatie van technieken als volgt berekend, waarbij de bronemissie in de formule wordt gebracht:

$$\text{Reductie\% combinatie} = \text{red\%A} + \text{red\%B} + ((\text{Bronemissie} - \text{red\%A}/\text{VW\%A}) - \text{red\%B}/\text{VW\%B}) / \text{Bronemissie} * \text{red\%C} * 100\%$$

Waarbij:

red%A = het reductiepercentage van techniek A

VW%A = verwijderingsrendement van techniek A

red%B = het reductiepercentage van techniek B

VW%B = verwijderingsrendement van techniek B

red%C = het reductiepercentage van techniek C

(bij meer combinaties, wordt de rekenformule op dezelfde wijze uitgebreid met D, E,..)

Als op jaarbasis alle lucht uit de stal door de droogtunnel gaat is het verwijderingsrendement van een droogtunnel 45% (bandendroger) of 80% (platendroger). Voor een warmtewisselaar is het verwijderingsrendement 80% (zonder filter) of 95% (met filter). Voor droge stoffilters is het verwijderingsrendement 95%. In de praktijk gaat op jaarbasis echter een beperkte hoeveelheid lucht uit de stal door de droogtunnel, de warmtewisselaar of de droge stoffilters.

Het maximaal haalbare verwijderingsrendement voor de warmtewisselaar met filter en de droge stoffilter(s) is op 95% gesteld. Hiermee is bij deze technieken rekening gehouden met optredende verliezen zoals bijvoorbeeld door leklucht.

In het rekenmodel Vee-combistof wordt bij elke techniek het resultaat van de emissiereductie vermeld op basis van de hoeveelheid ventilatielucht die door de techniek gaat (de groene vakjes bij de techniek). In de rechterkolom worden de afzonderlijke percentages opgeteld om tot het reductiepercentage van de combinatie van technieken te komen. Het berekende reductiepercentage van een combinatie wordt naar beneden afgerond op een geheel getal (voorbeeld: 76,6 wordt 76).

Bij het berekenen van het reductiepercentage van een combinatie van technieken wordt tussentijds niet afgerond. Hierdoor kan het zijn dat bij bepaalde combinaties de som van de afzonderlijke reductiepercentages van de technieken niet gelijk is aan het berekende reductiepercentage van de combinatie van de technieken dat in de rechter kolom is weergegeven.

Hieronder volgen ter illustratie 2 rekenvoorbeelden.

### **Rekenvoorbeeld 1 – stal met vleeskuikens**

De bronemissie is 100 gram

Techniek A: warmtewisselaar zonder stoffilter en 'lucht ww door overige techniek?' -> 'nee'

Techniek B: droge stoffilter

Techniek C: droogfilterwand

Techniek A verwijderd 50 gram (50%) op basis van een verwijderingsrendement van 80%

Techniek B verwijderd 20 gram (20%) op basis van een verwijderingsrendement van 95%

Techniek C (overige techniek) heeft een verwijderingsrendement van 40%

Het reductie% van de combinatie van deze technieken is dan

$$\text{Red\% combinatie} = 50\% + 20\% + (100-50/80\%-20/95\%)/100 * 40\% * 100\% = 76,58 \%$$

### **Rekenvoorbeeld 2 – stal met vleeskuikens**

De bronemissie is 100 gram

Techniek A: warmtewisselaar zonder stoffilter en 'lucht ww door overige techniek?' -> 'ja'

Techniek B: droogfilterwand

Luchtstroom 1

Techniek A verwijderd 31 gram (31%) op basis van een verwijderingsrendement van 80%

Deze luchtstroom gaat daarna door techniek B, techniek B heeft verwijderingsrendement van 40%

Luchtstroom 2

De resterende lucht uit de stal (die niet door techniek A gaat) gaat ook door techniek B

Het reductie% van de combinatie van deze technieken is dan

$$\begin{aligned} \text{Red\% combinatie} &= 31\% + ((31/80\%-31\%) * 40\%) + (100 - 31/80\%)/100 * 40\% * 100\% \\ &= 31\% + \quad \quad \quad 3,1\% + \quad \quad \quad +24,5\% \quad \quad \quad = 58,6\% \end{aligned}$$

Voor een verdere toelichting op de berekening van de reductie op stalniveau zie bijlage B van rapport 621 van Wageningen UR Livestock Research (Maatregelen ter vermindering van fijnstofemissie uit de pluimveehouderij: validatie van een warmtewisselaar op vleeskuikenbedrijven, 2013).

### **Maximale ventilatiedebiet in het rekenmodel**

In het rekenmodel wordt het maximale ventilatiedebiet aangegeven in m<sup>3</sup>/dier/uur. Deze waarden zijn niet de geïnstalleerde capaciteiten in de stal, maar gebaseerd op metingen aan praktijkstallen tijdens emissiemetingen.

De ventilatiebehoefte van een stal is afhankelijk van de leeftijd van de dieren (en daarmee de warmteproductie) en de buitentemperatuur. Bij een combinatie van hoge warmteproductie (vleeskuikens voor afleveren) en hoge buitentemperaturen is voldoende afkoeling bij de dieren van belang. Om dit te bereiken wordt een maximale ventilatiecapaciteit in een stal geïnstalleerd. Die capaciteit wordt echter maar een beperkte tijd ingezet.

Bij de metingen die gedaan zijn voor het vaststellen van de emissiefactoren voor fijnstof (PM<sub>10</sub>) is ook het ventilatiedebiet tijdens de meting bepaald. Op basis van de gemeten waarden zijn formules ontwikkeld voor de diverse pluimveecategorieën. Deze formules zijn gebaseerd op:

- de leeftijd van de dieren als de dieren groeien tijdens de productieperiode (opfok, vleeskuikens, vleeskalkoenen, vleeseenden)
- de buitentemperatuur bij dieren met een stabiel gewicht tijdens de productieperiode (legkippen, vleeskuikenouderdieren)

Met behulp van deze formules wordt berekend hoeveel lucht op jaarbasis door bijvoorbeeld een warmtewisselaar wordt geventileerd. En daarnaast, hoeveel lucht 'onbehandeld' de stal verlaat. De formules en de werkwijze zijn beschreven in bijlage B van rapport 621 'Maatregelen ter vermindering

van fijnstofemissie uit de pluimveehouderij: validatie van een warmtewisselaar op vleeskuikenbedrijven' van Wageningen UR Livestock Research (2013).

Daarbij geldt ook nog dat er bij het opstellen van de beschrijvingen van de warmtewisselaars (en de droogtunnel) rekening is gehouden met veiligheidsmarges. In het rekenmodel worden de debieten getoond die gelden volgens de beschrijvingen. Op de achtergrond wordt met een andere waarde voor het debiet gerekend om te komen tot het in de regelgeving opgenomen reductiepercentage.

### *Rapporten*

De berekeningen in het rekenmodel Vee-combistof zijn gebaseerd op de volgende rapporten:

Rapport 801 'Maatregelen ter vermindering van fijnstofemissie uit de pluimveehouderij: validatie van een oliefilmsysteem op een leghennenbedrijf'. Wageningen Livestock Research, 2014.

Rapport 685 'Maatregelen ter vermindering van fijnstofemissie uit de pluimveehouderij: validatie van een ionisatiesysteem op leghennenbedrijven'. Wageningen Livestock Research, 2013.

Rapport 621 'Maatregelen ter vermindering van fijnstofemissie uit de pluimveehouderij: validatie van een warmtewisselaar op vleeskuikenbedrijven'. Bijlage B. Wageningen UR Livestock Research, 2013.

Rapport 597 'Maatregelen ter vermindering van fijnstofemissie uit de pluimveehouderij: optimalisatie aanbrenge oliefilm op strooisel bij leghennen in volièrehuisvesting'. Wageningen UR Livestock Research, 2012.

Rapport 502 'Maatregelen ter vermindering van fijnstofemissie uit pluimveehouderij; validatie van een luchtwassysteem met water als wasvloeistof bij twee pluimveebedrijven'. Wageningen UR Livestock Research, 2011.

Rapport 498 'Maatregelen ter vermindering van fijnstofemissie uit de pluimveehouderij: biofiltratie van ventilatielucht uit een mestdroogstelsel bij een leghennenstal'. Wageningen UR Livestock Research, 2012 (herziene versie 2015).

Rapport 476 'BBT Fijn stof. Beschrijving systeem en kosten'. Wageningen UR Livestock Research, 2011.

Rapport 462 'Maatregelen ter vermindering van fijnstofemissie uit de pluimveehouderij: validatie van een ionisatiesysteem op vleeskuikenbedrijven'. Wageningen UR Livestock Research, 2011.

Rapport 440 'Maatregelen ter vermindering van fijnstofemissie uit de pluimveehouderij: validatie van een ionisatiefilter op leghennenbedrijven'. Wageningen UR Livestock Research, 2012.

Rapport 394 'Maatregelen ter vermindering van fijnstofemissie uit de pluimveehouderij: validatie van een droogfilterwand op leghennenbedrijven'. Wageningen UR Livestock Research, 2011.