

# Gebruikershandleiding rekenmodel Vee-combistof (pluimvee)

(Versie: maart 2020)

## Algemeen

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

## Werkwijze

In de geel gekleurde vakjes van het rekenmodel maakt u een keuze uit de aangegeven invoermogelijkheden. Eerst kiest u de pluimveecategorie die wordt gehouden in de stal. Daarna kiest u de emissie reducerende techniek(en) die worden toegepast. 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 en pluimveecategorieën mogelijk. Als een techniek niet mogelijk is bij een gekozen pluimveecategorie wordt dit met een rode tekst aangegeven. Ook als een combinatie van technieken niet mogelijk is, verschijnt er een rode tekst die dit aangeeft. Het rekenmodel berekend 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 direct (ongereinigd) verlaten. De hoeveelheden lucht in de pijlen staan in m<sup>3</sup> per uur per dier. Dit zijn niet de werkelijk in de stal geïnstalleerde hoeveelheden, maar de hoeveelheden die het model nodig heeft om het eindresultaat te kunnen berekenen. Ze kunnen dus ook niet worden gewijzigd.

Stappen voor het berekenen van het reductiepercentage:

1. Kies bij "stal voor" de diercategorie. Het maximale ventilatiedebiet in m<sup>3</sup> per uur per dier verschijnt (zie de onderste pijl vanuit de stal).
2. Kies bij "staltechniek" de techniek die in de stal wordt gebruikt. Als in de stal geen techniek wordt toegepast, wordt gekozen voor "geen staltechniek".
3. Kies bij "droogtunnel": "geen droogtunnel" of de droogtunnel die wordt gebruikt (droogtunnel platen of droogtunnel banden).
4. Kies bij "warmtewisselaar": "geen warmtewisselaar" of de warmtewisselaar die wordt toegepast. Kies daarna "met stoffilter" of "zonder stoffilter".
5. Kies 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 (een deel van de lucht) daarna door de warmtewisselaar. Parallel betekent dat er twee deelluchtstromen 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 'geen schakeling'.
6. Als u droge stoffilters als "stand-alone" techniek toepast, kunt u deze bij "stand-alone technieken" selecteren. Dit stoffilter reduceert fijnstof met 50%.
7. Kies bij "overige technieken" een techniek om fijnstof emissie (verder) te reduceren.
8. Daarna ziet u het reductiepercentage PM<sub>10</sub> van de geselecteerde combinatie van technieken. Als een techniek niet mogelijk is bij een bepaalde diercategorie, wordt dit aangegeven met een rode tekst. Er wordt in dat geval geen reductiepercentage berekend. Er wordt ook geen reductiepercentage berekend als een combinatie van technieken niet mogelijk is.
9. Het bestand kan als PDF worden opgeslagen. De map waarin de PDF wordt opgeslagen is afhankelijk van de instellingen van het netwerk van uw organisatie. De PDF kan bijvoorbeeld worden opgeslagen in de map waarin ook het Excel-bestand van het rekenmodel staat. Maar het kan ook dat de PDF wordt opgeslagen in een basismap die is toegewezen aan de gebruiker (HomeFolder).

Het rekenmodel Vee-combistof staat niet op zichzelf. Het is gebaseerd op de systeembeschrijvingen van de huisvestingssystemen en additionele technieken voor pluimvee. Deze systeembeschrijvingen zijn opgenomen in de lijst 'Emissiefactoren fijnstof voor veehouderij'. De actuele lijst vindt u op [Rijksoverheid.nl](http://Rijksoverheid.nl).

Om aanspraak te kunnen maken op het berekende reductiepercentage voor fijnstof (PM<sub>10</sub>) moet zijn voldaan aan de systeembeschrijvingen van de geselecteerde additionele 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:

Ad 1.

Bij “stal voor” kan één van de onderstaande pluimveecategorieën worden gekozen:

- Opfok leghennen kooi/kolonie (diercategorie E 1)
- Opfok leghennen grondhuisvesting (diercategorie E 1)
- Opfok leghennen volière (diercategorie E 1)
  
- Leghennen verrijkte kooi/kolonie (diercategorie E 2)
- Leghennen grondhuisvesting (diercategorie E 2)
- Leghennen volière (diercategorie E 2)
  
- Opfok vleeskuikenouderdieren (diercategorie E 3)
  
- Vleeskuikenouderdieren groepskooi (diercategorie E 4)
- Vleeskuikenouderdieren volière (diercategorie E 4)
- Vleeskuikenouderdieren grondhuisvesting (diercategorie E 4)
  
- Vleeskuikens (diercategorie E 5)
  
- Kalkoen hennen (diercategorie F)
- Kalkoen hanen (diercategorie F)
  
- Vleeseenden (diercategorie G)

#### *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. Deze waarde is gebaseerd op metingen aan praktijkstallen tijdens emissiemetingen.

Naast het maximale ventilatiedebiet wordt per techniek de hoeveelheid ventilatielucht weergegeven die door de techniek gaat. Deze hoeveelheid ventilatielucht is nodig om het verwijderingsrendement van een geselecteerde techniek te realiseren. Dit is de (minimaal) geïnstalleerde capaciteit van de techniek. De minimaal geïnstalleerde capaciteit van een techniek (in m<sup>3</sup>/dier/uur) is ook in de systeembeschrijving opgenomen. Dit is de minimale capaciteit 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 de warmtewisselaar variant A) 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

Voor een droogtunnel geldt een minimaal geïnstalleerde capaciteit van 2 m<sup>3</sup>/dier/uur voor leghennen. Voor opfok leghennen is dit lager, omdat de maximale ventilatie in de stal 1,73 m<sup>3</sup>/dier/uur is.

Ad 2.

Het gaat hier om technieken in de stal. Er kan een keuze worden gemaakt uit de volgende technieken:

- Ionisatie met negatieve coronadraden (E 7.2)
- Oliefilm bij volière dmv leidingen (E 7.8)
- Oliefilm via olierobot (E 7.9)
- Strooiselschuif (E 7.10)
- Positieve ionisatie d.m.v. koolstofborsteltjes (E 7.15)
- Negatieve ionisatie d.m.v. coronadraden (E 7.16)
- Positieve ionisatie d.m.v. ionisatie-units (E 7.17)

En een combinatie van de volgende twee technieken:

- Strooiselschuif (E 7.10) in combinatie met oliefilm bij volièrle dmv leidingen (E 7.8)
- Strooiselschuif (E 7.10) in combinatie met positieve ionisatie dmv koolstofborsteltjes (E 7.15)

De techniek 'Oliefilmsysteem met drukleidingen' (E 7.1; F 6.1) is niet mogelijk in combinatie met een andere techniek. Dit systeem is daarom niet opgenomen in het rekenmodel. De inschatting is dat deze techniek een negatief effect heeft op het verwijderingsrendement van alle andere technieken. Als de techniek 'Oliefilmsysteem met drukleidingen' wordt toegepast in de stal, geldt het reductiepercentage dat is vermeld in de lijst 'Emissiefactoren fijnstof voor veehouderij'.

Ad 3.

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

- Droogtunnel met geperforeerde banden (E 6.4.1);  
(de additionele techniek 'Mestdroogsystemen met geperforeerd doek (E 6.1) is hieraan gelijk en heeft eenzelfde reductie voor fijnstof)
- Droogtunnel met geperforeerde metalen platen (E 6.4.2)

Een droogtunnel is alleen bij (opfok)leghennen mogelijk.

Bij een droogtunnel wordt de uitgaande stallucht 'gefilterd' tot 2,0 m<sup>3</sup>/dier/uur (bij opfokleghennen 1,73 m<sup>3</sup>/dier/uur). Deze minimaal geïnstalleerde capaciteit is in de systeembeschrijving van de droogtunnel aangegeven. Als een droogtunnel wordt gecombineerd met een techniek die de uitgaande luchtstroom reinigt, gaat de lucht die door de droogtunnel gaat, ook door de aanvullende techniek. De lucht uit de droogtunnel wordt dan 'verder' gereinigd door deze techniek. Een voorbeeld is de combinatie van een droogtunnel met een chemische luchtwasser of een droogfilterwand.

Voor informatie over de combinatie van een droogtunnel met een warmtewisselaar, zie ad 5.

Ad 4.

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 stoffilter is het reductiepercentage afhankelijk van de hoeveelheid lucht die door het stoffilter (en warmtewisselaar) wordt geleid. De stoffilter haalt 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>.

Als een warmtewisselaar wordt gecombineerd met een techniek die ook de uitgaande luchtstroom reinigt, gaat de lucht die door de warmtewisselaar gaat ook door de aanvullende techniek. De lucht uit de warmtewisselaar wordt dan 'verder' gereinigd door de aanvullende maatregel. Een voorbeeld is de combinatie van een warmtewisselaar met een chemische luchtwasser of een droogfilterwand.

Voor informatie over de combinatie van een warmtewisselaar met een droogtunnel, zie ad 5.

Ad 5.

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 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. 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 6.

Bij de "stand-alone technieken" kan een stoffilter als stand-alone techniek worden geselecteerd. Dit droge stoffilter reduceert fijn stof met 50%. De stoffilters die worden toegepast bij deze techniek hebben een verwijderingsrendement van 99% voor PM<sub>10</sub>. Deze stoffilters verwijderen het fijnstof vrijwel geheel (voor 99%) uit de luchtstroom. Daarom wordt de lucht vanuit de stoffilter niet meer door een andere techniek geleid. In het rekenmodel kan daardoor een stoffilter niet gecombineerd 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.

### Ad 7.

Er kan een keuze worden gemaakt uit de volgende aanvullende technieken:

- Chemisch luchtwassysteem
- Biologisch luchtwassysteem (60% reductie fijnstof)
- Biologisch luchtwassysteem (75% reductie fijnstof)
- Biofilter
- Waterluchtwassysteem (E 7.3; F 6.2; G 4.1)
- Droogfilterwand (E 7.4; F 6.3; G 4.2)
- Ionisatiefilter (E 7.5; F 6.4; G 4.3)
- Luchtconditioneringsunit (80% reductie fijnstof; E 7.13; F 6.9; G 4.8)

In het rekenmodel kan het reductiepercentage voor fijnstof bij combinaties met een luchtwasser of biofilter worden berekend. Deze berekening is voor de situatie dat alle lucht vanuit de stal door de luchtwasser of biofilter gaat. De optie dat een deel van de stallucht door deze technieken gaat, is niet in het rekenmodel opgenomen. De reden hiervoor is dat het voorgeschreven is dat alle lucht vanuit de stal door de luchtwasser gaat. Alleen dan kan het reductiepercentage voor ammoniak en geur worden toegepast.

Voor de biologische luchtwassers en de biofilter geldt daarnaast dat het voor een optimale reductie van ammoniak en geur noodzakelijk is dat alle lucht vanuit de stal door deze technieken gaat. Alleen dan wordt het verwijderingsrendement behaald, dat in de systeembeschrijving van deze technieken staat. Als deze technieken worden gecombineerd met een warmtewisselaar of droogtunnel en de lucht vanuit de warmtewisselaar of droogtunnel 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.

Ook voor de droogfilterwand, het ionisatiefilter en het waterluchtwassysteem geldt in de huidige opzet van het rekenmodel, dat alle lucht vanuit de stal door deze technieken gaat. In een volgende versie van het rekenmodel zal waarschijnlijk daarnaast de keuze worden opgenomen dat de lucht die door de warmtewisselaar of droogtunnel gaat niet door deze technieken gaat. Het reductiepercentage op stalniveau kan dan ook worden berekend op basis van de reductie per deelluchtstroom.

De luchtconditioneringsunit (80% reductie PM<sub>10</sub>) kan in het rekenmodel niet gecombineerd worden met een andere techniek buiten de stal, zoals de droogtunnel of stoffilter. De reden hiervoor is dat dit in de praktijk niet zal worden toegepast vanwege de te hoge investeringskosten/exploitatiekosten voor

de extra reductie van fijnstof. De luchtconditioneringsunit kan wel gecombineerd worden met diverse technieken in de stal.

Ad 8.

Het rekenmodel Vee-combistof is gebaseerd op de technieken die zijn opgenomen in de lijst 'Emissiefactoren fijnstof voor veehouderij' met de daarbij behorende systeembeschrijvingen en eindnoten. De actuele lijst vindt u op [Rijksoverheid.nl](http://Rijksoverheid.nl).

In de praktijk zijn niet alle combinaties van 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 toegestaan is, verschijnt er een rode tekst die dit aangeeft. Er wordt dan geen reductiepercentage voor fijnstof berekend.

Als een combinatie van 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 zeer hoge investeringen en/of zeer hoge exploitatiekosten.

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

Het rekenmodel Vee-combistof is gebaseerd op de technieken die zijn opgenomen in de lijst 'Emissiefactoren fijnstof voor veehouderij' met de daarbij behorende systeembeschrijvingen en eindnoten. Deze lijst is op 15 maart 2019 gepubliceerd en vindt u op Rijksoverheid.nl.

De basisformule voor het reductiepercentage van combinaties van technieken is:

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

Waarbij:

red%A = het reductiepercentage van maatregel A

red%B = het reductiepercentage van maatregel B

Uitzondering hierop vormen de droogtunnels in combinatie met de warmtewisselaars doordat dan luchtstromen gesplitst worden en er deelstromen worden gereinigd. Het verwijderingsrendement van deze combinatie is afhankelijk van de hoeveelheid ventilatielucht die door elk van de technieken gaat. De bovenstaande formule is daarom niet van toepassing.

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 99% (met filter). In de praktijk gaat op jaarbasis echter een beperkte hoeveelheid lucht uit de stal door de droogtunnel of de warmtewisselaar. In de systeembeschrijvingen is opgenomen tot welke hoeveelheid er door de techniek moet gaan. Deze hoeveelheid lucht is bepalend voor het uiteindelijke reductiepercentage van de technieken en zijn vermeld in de systeembeschrijving. Voor een verdere toelichting op de berekening van de reductie op stalniveau zie bijlage B van rapport 621 van Wageningen UR Livestock Research.

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 aanbrengen 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.

### *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 gedaan 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 (leghennen, 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 gerekend om te komen tot het in de regelgeving opgenomen reductiepercentage.