Onderzoek endotoxinen provincie Noord-Brabant

Uitgangspunten verspreidingsberekening voor endotoxinenconcentraties in Noord-Brabant

Status	**definitief**
Versie	02
Rapport	M.2022.0055.01.R001
Datum	7 juni 2023



Adviseurs voor bouw, industrie, verkeer, milieu en software

Colofon

Opdrachtgever	Provincie Noord-Brabant Postbus 90151 5200 MC DEN BOSCH
Contactpersoon opdrachtgever	Wouter Moonen 06-27745009 WMoonen@brabant.nl
Project Betreft Uw kenmerk	Endotoxinen concentraties in provincie Noord-Brabant Uitgangspunten verspreidingsberekening -
Rapport Datum Versie Status	M.2022.0055.01.R001 7 juni 2023 02 definitief
Uitgevoerd door	DGMR Industrie, Verkeer en Milieu B.V. Casuariestraat 5 2511 VB Den Haag Postbus 370 2501 CJ Den Haag
Contactpersoon	dr.ir. J.T. (Julius) Fricke 088 346 78 59 jtf@dgmr.nl
Auteur	dr.ir. J.T. (Julius) Fricke 088 346 78 59 jtf@dgmr.nl
Projectadviseur	ir. M.H.J. (Mark) Bakermans 088 346 78 50 bk@dgmr.nl
2e lezer/secr.	BK/HE | OZU

k:\doc\m\2022\005501\m20220055501r001v2 - provincie noord-brabant - onderzoek endotoxinen-verspreiding.docx 07-06-2023

Inhoud

1. Inleiding **4**

2. Methode **6**
2.1 Het STACKS model voor endotoxinen 6
2.2 Benaderende rekenwijze 7

3. Invoergegevens en uitgangspunten **9**
3.1 Ruwheid 9
3.2 Meteorologie 9
3.3 Rekenpunten 9
3.4 Uitgangspunten voor stallen 10

4. Referenties **12**

k:\doc\m\2022\005501\m20220055501r001v2 - provincie noord-brabant - onderzoek endotoxinen-verspreiding.docx 07-06-2023

1. Inleiding

Op 10 januari 2023 vond het startoverleg plaats voor het endotoxine onderzoek, waarbij aanwezig waren de Omgevingsdienst Zuidoost-Brabant, Erbrink Stacks Consult (ESC), DGMR en de Provincie Noord-Brabant. Het doel van het overleg was om de uitgangspunten voor de endotoxine verspreidingsberekeningen voor Noord-Brabant vast te leggen en de opdracht aan DGMR te bespreken om de berekeningen uit te voeren.

Sinds 2016 heeft de Provincie Noord-Brabant een beleid opgesteld om de gezondheid van omwonenden van veehouderijen te beschermen tegen de schadelijke effecten van hoge concentraties endotoxinen. Endotoxinen zijn stoffen die vrijkomen bij het afsterven van bepaalde bacteriën en kunnen luchtwegirritatie en ontstekingsreacties veroorzaken. Metingen van het Institute for Risk Assessment Sciences (IRAS) en Wageningen University & Research (WUR) hebben aangetoond dat bij stofemissies uit stallen endotoxinen hogere concentraties hebben op grotere stofdeeltjes dan op PM10 (Winkel et al., 2018). Endotoxinen effecten worden voornamelijk veroorzaakt door inademingen, de Gezondheidsraad heeft daarom een gezondheidskundige advieswaarde voorgesteld van 90 Endotoxine Units per kuub (EU/m^3) in de lucht gedurende de werkdag, om de negatieve effecten op de luchtwegen te voorkomen. Voor de buitenlucht is een advieswaarde van 30 EU/m^3 vastgesteld, om omwonenden van veehouderijbedrijven te beschermen tegen hoge blootstelling. Deze advieswaarde is vertaald naar het 99,5 percentiel van 4-uur gemiddelde concentraties in inhaleerbare stof. De norm van 30 EU/m^3 wordt vooralsnog toegepast op alle inhaleerbare deeltjes tot 100 µm diameter, vanwege onzekerheden over welke stofdeeltjesgrootte de gezondheidseffecten veroorzaken.

In 2016 voerde van Ogink et al. metingen uit bij stallen voor leghennen, vleeskuikens en vleesvarkens, waarbij ze emissiecijfers verkregen voor de endotoxine-gehaltes in stalstof. Ze ontwikkelden ook een verspreidingsmodel voor endotoxinen op basis van het Nieuw Nationaal Model voor luchtdispersie, dat verder werd uitgewerkt in het rekenmodel STACKS. STACKS werd eerder al gebruikt om afstandscurven te bepalen voor stalstof, die werden gebruikt bij vergunningverlening voor agrarische bedrijven in Noord-Brabant (ESC 2016). In 2020 werd een update van deze afstandscurven uitgevoerd (ESC, 2020-5), en de Provincie Noord-Brabant vroeg Erbrink STACKS Consult om een uitgebreid overzicht te maken van endotoxine-blootstellingen in de hele provincie, waarbij niet alleen werd gekeken naar de norm van 30 EU/m^3, maar ook naar lagere niveaus (ESC, 2020-12).

Erbrink STACKS Consult heeft na de pensionering van Hans Erbrink het verspreidingsmodel voor endotoxinen (STACKS-E) overgedragen aan DGMR. Op verzoek van de Provincie Noord-Brabant kreeg DGMR de taak om voor 2021 een overzicht van endotoxine-blootstellingen in de gehele provincie te creëren. In nauw overleg met de provincie zijn de onderstaande uitgangspunten vastgesteld op basis van de beste inzichten van deskundigen. Deze inzichten zijn belangrijk om een duidelijk beeld te krijgen van de verspreiding van endotoxinen in Noord-Brabant en ter ondersteuning van de verdere ontwikkeling van het Brabantse endotoxinentoetsingskader naar versie 1.5. Het huidige toetsingskader wordt momenteel gebruikt door de omgevingsdiensten in Noord-Brabant bij het verlenen van vergunningen aan veehouderijbedrijven.

k:\doc\m\2022\005501\m20220055501r001v2 - provincie noord-brabant - onderzoek endotoxinen-verspreiding.docx 07-06-2023

Met behulp van het STACKS-E model moeten de volgende vragen worden beantwoord:

1 Hoe waren in 2021 de endotoxineconcentraties in Noord-Brabant verdeeld?
2 Treden hierdoor knelpunten met betrekking tot de gezondheid op, dat wil zeggen overschrijdingen van de advieswaarde van 30 EU?

DGMR levert de resultaten van de berekeningen, zodat de Provincie Noord-Brabant hiervan kaarten kan maken voor Noord-Brabant. En hiermee de vragen kan beantwoorden.

2. Methode

2.1 Het STACKS model voor endotoxinen

Met behulp van het STACKS-verspreidingsmodel kunnen we de concentratie van endotoxinen berekenen. Dit model is geconfigureerd op een vergelijkbare manier als in een eerdere studie naar endotoxineverspreiding in Noord-Brabant in 2020. We noemen deze doorontwikkelde versie STACKS-E.

STACKS-E biedt de mogelijkheid om te rekenen met deeltjes groter dan 10 µm (> PM_{10}) en houdt rekening met de depositie van deze deeltjes op basis van hun massa en de variërende endotoxinegehaltes in de stofdeeltjes. Uit emissiemetingen is gebleken dat het endotoxinegehalte in het stof varieert tussen verschillende diercategorieën en vaak toeneemt met de deeltjesgrootte. Daarom is het belangrijk om bij de verspreidingsberekeningen onderscheid te maken tussen diercategorieën en deeltjesgrootteklassen, en kan er niet worden uitgegaan van een constant endotoxinegehalte in alle stofdeeltjes. Aangezien er deeltjes groter dan 10 µm aanwezig zijn, is het nodig om in het model rekening te houden met pluimdaling naast depositie. Uit een validatiestudie in 2019 (ESC, 2019) is gebleken dat het meenemen van de warmte-emissie vanuit de stallen kan helpen om de modelresultaten in overeenstemming te brengen met de werkelijke metingen. Daarom zijn de modelberekeningen in dit rapport uitgevoerd met deze modelinstellingen.

De specifieke aanpassingen van STACKS-E ten opzichte van het NNM (Nieuw Nationaal Model) zijn als volgt:

- STACKS-E rekent met 10 deeltjesgrootteklassen, die deeltjesgrootten van 1-100 µm bestrijken.
- STACKS-E houdt rekening met het feit dat verschillende deeltjesgroottes een verschillend percentage van endotoxinen bevatten. Door het vermenigvuldigen van het gewicht en het aandeel van endotoxinen in elk deeltjesgrootte, kunnen we bepalen hoeveel endotoxinen er verspreid worden.
- STACKS-E houdt rekening met snellere pluimdaling door de uitzaksnelheid voor grotere deeltjes.
- STACKS-E houdt er rekening mee dat de pluim sneller massa verliest doordat grotere deeltjes sneller neerslaan (depositie) door impact en diffusie.
- Voor drie diersoorten is de emissie afhankelijk gemaakt van zowel de buitentemperatuur en/of het tijdstip van de dag, als de fase in de groeicyclus (in het geval van vleeskuikens en vleesvarkens). Met andere woorden, er is een variabele emissie geïntroduceerd om rekening te houden met deze verschillende factoren. De specifieke modelleringsmethode van de variabele emissies wordt beschreven in Erbrink en Verhees uit 2015.
- Er wordt gebruikgemaakt van een warmte-emissieberekening die specifiek per stal wordt bepaald op basis van het ventilatiedebiet en de temperatuur binnen de stal. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat er per stal één emissiepunt is, wat overeenkomt met de aanpak die eerder in studies is gehanteerd.
- De stalhoogte, emissiehoogte en uittreedsnelheid zijn verkregen uit zowel de recente V-STACKS analyse van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat als uit de NSL database, die gegevens bevat van 6.000 stallen.

k:\doc\m\2022\005501\m20220055501r001v2 - provincie noord-brabant - onderzoek endotoxinen-verspreiding.docx 07-06-2023

- Er wordt rekening gehouden met de invloed van de gebouwen, zoals gebruikelijk is in het STACKS-model. Een bedrijf bestaat uit meerdere stallen. Het bepalen van de afmetingen van individuele stallen is al een complexe taak, en het vaststellen van de omvang van stalclusters is evenzo uitdagend. In het eerdere endotoxinen onderzoek van ESC voor de provincie Noord-Brabant is, na analyse van stalclusters via Google Earth en overleg met de ODZOB en WUR, besloten om de stalafmetingen te baseren op het aantal dieren en rekening te houden met gebruikelijke oppervlaktematen per dier. Hierbij wordt het totale oppervlak beschouwd als een vierkant, zodat de lengte en breedte eenvoudig kunnen worden bepaald door de vierkantswortel van het oppervlak van het stalcluster te nemen.

Dit vereist specifieke invoergegevens die op een gefundeerde manier konden worden ingevuld tijdens de update studie (ESC, 2020), maar die niet direct beschikbaar zijn voor duizenden stallen in Brabant. Deze gegevens omvatten onder andere:

- Stalafmetingen en oriëntatie
- Emissiehoogte
- Uittreedsnelheid van ventilatielucht
- Hoeveelheid ventilatielucht en warmte-emissie
- Locatie veehouderij

In het volgende hoofdstuk is nader ingegaan op de manier waarop we deze gegevens hebben ingevuld, rekening houdend met de beschikbare informatie.

2.2 Benaderende rekenwijze

Uitgangspunt is dat vooral de hoge percentielen van de endotoxinen concentraties worden berekend. In eerdere studies werden deze hoge percentielen altijd vertaald als een 99,5 percentiel gemiddelde over een periode van 4 uur.

Vanwege de aanzienlijke tijdsinvestering en praktische onhaalbaarheid van het berekenen van een groot aantal rekenpunten en alle omliggende stallen, hebben we ervoor gekozen om een snellere benaderende methode toe te passen. Deze methode is uitgebreider beschreven in het endotoxinenonderzoek voor Noord-Brabant uit 2020 (ESC, 2020-12) en is hier beknopt samengevat.

Voor jaargemiddelde concentraties zijn er bekende methoden zoals de Monte-Carlo methode en de classificatiemethode, maar deze werken niet goed voor hoge percentielen. Daarom is gekozen om één specifiek jaar door te rekenen dat representatief is voor het 99,5 percentiel op basis van langjarige meteorologische gegevens.

Niet alle stallen dragen in dezelfde mate bij aan de concentratieniveaus op een specifiek rekenpunt. Stallen die dichtbij staan, veel dieren bevatten en een hoge specifieke stof- en endotoxine-emissie hebben, hebben een grotere invloed dan stallen die ver weg staan en/of stoffen uitstoten met een laag endotoxine-gehalte.

Om de bijdrage van individuele stallen te wegen, zijn afstandscurven gebruikt voor verschillende diersoorten en staltypen. Op basis hiervan is een top-100 (of top-500 of top-1000) van stallen opgesteld die dominant zijn voor het 99,5 percentiel. De benaderende methode is getest en vergeleken met de resultaten van alle stallen binnen een straal van 10 km.

Deze benaderende methode vertoont enige onnauwkeurigheid bij lage waarden van het 99,5 percentiel. Dit kan worden gecorrigeerd met behulp van een correctiefactor.

k:\doc\m\2022\005501\m20220055501r001v2 - provincie noord-brabant - onderzoek endotoxinen-verspreiding.docx 07-06-2023

Uiteindelijk blijkt dat het berekenen met 120 stallen binnen een straal van 10 km voor het jaar 2016 vergelijkbare resultaten oplevert in vergelijking met het gebruik van alle stallen binnen 10 km gedurende 5 jaar.

k:\doc\m\2022\005501\m20220055501r001v2 - provincie noord-brabant - onderzoek endotoxinen-verspreiding.docx 07-06-2023

3. Invoergegevens en uitgangspunten

3.1 Ruwheid

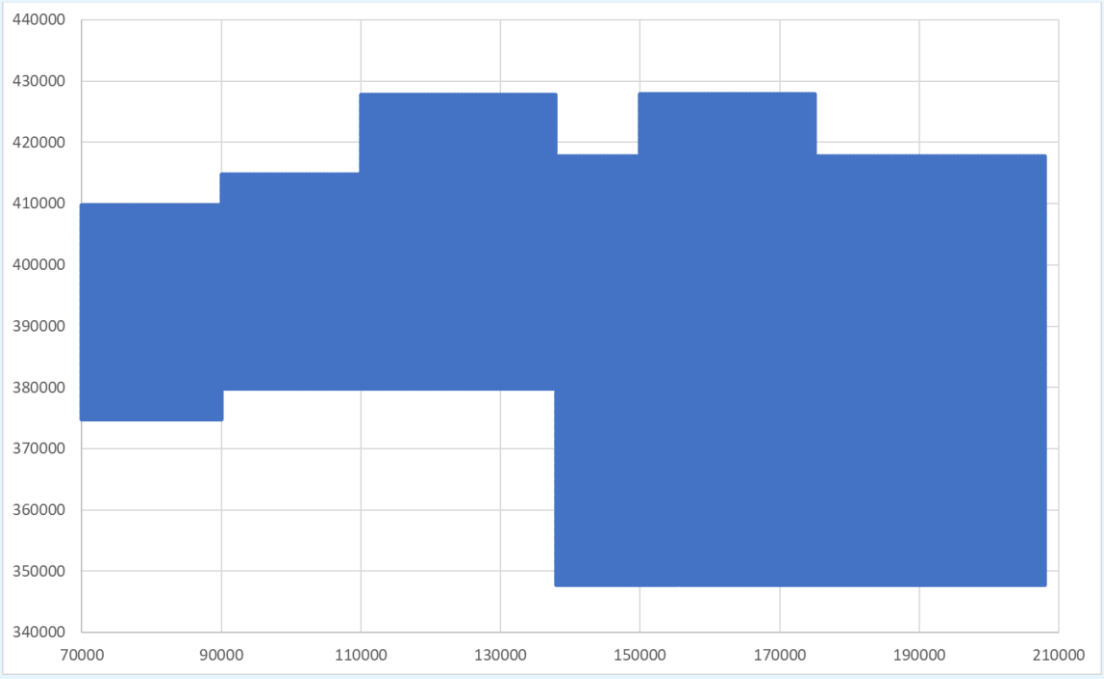
Voor de verspreidingsberekeningen wordt de terreinruwheid gebruikt. Deze ruwheid wordt bepaald binnen een vierkant van 5 x 5 km met het receptorpunt in het centrum, volgens de methode die eerder is toegepast in endotoxine studies. In plaats van een constante terreinruwheidswaarde voor het hele gebied te gebruiken, wordt de ruwheid specifiek voor elk receptorpunt opnieuw bepaald op basis van de omgeving. De ruwheidswaarden worden berekend uit de PreSRM gegevens (zoals gebruikelijk is bij luchtkwaliteitsberekeningen met het NNM), die op hun beurt zijn gebaseerd op data van de LGN7 database.

3.2 Meteorologie

Voor elk receptorpunt worden afzonderlijke berekeningen uitgevoerd voor alle 8.760 uren in 2016. De meteorologische gegevens voor deze periode worden specifiek opgehaald voor de betreffende regio met behulp van PreSRM. Hierbij wordt ervoor gezorgd dat telkens een nieuwe set meteorologische gegevens wordt opgehaald wanneer het receptorpunt meer dan 2,5 km verwijderd is van het vorige punt waarvoor de gegevens werden opgehaald. Op deze manier wordt ook rekening gehouden met het feit dat de meteorologie varieert per regio. Bijvoorbeeld, in het westen van de provincie kan de wind sterker zijn dan in het oosten van de provincie.

3.3 Rekenpunten

De rekenpunten zijn voor het hele domein van de provincie op een raster met rasterafstand 125 m neergelegd; in totaal meer dan 500.000 punten, zie figuur 3. Een deel van Noord-Limburg wordt ook doorgerekend.



figuur 1: ligging van de 500.000 receptorpunten

3.4 Uitgangspunten voor stallen

Voor de berekeningen is gebruikgemaakt van de warmte-inhoud van de ventilatielucht in de stallen. De emissiegegevens voor de verhouding tussen fijnstof en endotoxine zijn gebaseerd op een dataset uit het OBE-project (fase 3a en 3b), samengesteld door Winkel et al. (2018). Deze dataset omvat voornamelijk eigen metingen uitgevoerd door WUR en IRAS, aangevuld met gegevens uit de literatuur. Het is belangrijk op te merken dat er een aanzienlijke variabiliteit is in deze gegevens. Bovendien is het endotoxinegehalte bepaald in vier fracties: $PM_{2.5}$, PM_{10}, PM_{30} en TSP (aangeduid als PM_{100}), waarbij de aerodynamische diameters worden uitgedrukt in micrometers (µm). De aerodynamische diameter van een bemonsterd deeltje is gelijk aan de diameter van een bolvormig deeltje met een dichtheid van 1 g/cm^3 dat dezelfde aerodynamische eigenschappen vertoont als het bemonsterde deeltje. Daarom is er consistent gerekend met een deeltjesdichtheid van 1 g/cm^3.

De verdeling van endotoxinegehaltes over verschillende deeltjesgroottes is afgeleid onder de aanname van een lognormale verdeling van de stofdeeltjes. De variabiliteit in metingen kan worden onderverdeeld in variabiliteit tussen bedrijven, tussen stallen binnen een bedrijf en binnen metingen in een stal. Eerdere rapporten hebben de variabiliteit binnen stalmetingen beschreven (ESC, 2019). De spreiding van het endotoxinegehalte in het stof varieert tussen bedrijven, uitgedrukt als variatiecoëfficiënt (standaardafwijking gedeeld door het rekenkundig gemiddelde), van 24% tot 36%. De spreiding binnen bedrijven is groter (47% tot 60%), en de spreiding binnen een stal is nog hoger, gemiddeld 60% tot 70% over diersoorten en deeltjesgroottes, ook uitgedrukt als variatiecoëfficiënt. Het is van belang om voorzichtig te zijn bij het interpreteren van de gepresenteerde resultaten vanwege deze variabiliteit.

De stalgegevens worden verkregen uit de Kernregistratie Dierverblijven (KRD) van Brabant, aangevuld met staldata voor de provincie Limburg en Gelderland. Dit bestand bevat informatie over het aantal vergunde dieren op een locatie, de diersoort en de bijbehorende PM_{10}-emissie. Als een bedrijf meerdere stallen heeft, hebben alle stallen dezelfde x- en y-coördinaten. De grootte van een stal wordt niet vermeld in het KRD-bestand. Om hier toch zo goed mogelijk rekening mee te houden, wordt de omvang van een stal bepaald op basis van het aantal dieren en een gemiddeld oppervlak per dier. Gemiddelde oppervlakten per dier zijn afgeleid uit verschillende bronnen en gecombineerd met eerder vastgestelde waarden voor de uittreesnelheid van ventilatielucht, stalhoogte en indien nodig de uittreetemperatuur en het debiet. Tabel 1 bevat de waarden voor deze parameters.

k:\doc\m\2022\005501\m20220055501r001v2 - provincie noord-brabant - onderzoek endotoxinen-verspreiding.docx 07-06-2023

tabel 1: emissie- en stalparameter per diercategorie

Diercategorie			RAV code	hoogte emissie (m)	stal-hoogte (m)	opp/dier (m^2)	Uittreed-snelheid (m/s)	Temp (C)	Debiet (m^3/uur)
1	Vleeskuikens (traditioneel)	E>20	E5	4,1	4,4	0,05	2,3	-99	-99
2	Vleeskuikens	E<20	E5	4,1	4,4	0,05	2,3	-99	-99
3	leghennen	E<40	E1,E2,E3,E4	4,3	4,7	0,11	2,2	-99	-99
4	leghennen (eetmaal)	E>40	E1,E2,E3,E4	4,3	4,7	0,11	2,2	-99	-99
5	leghennen (licht)	E>40	E1,E2,E3,E4	4,3	4,7	0,11	2,2	-99	-99
6	leghennen (donker)	E>40	E1,E2,E3,E4	4,3	4,7	0,11	2,2	-99	-99
7	Vleesvarkens	E>150	D3	5,3	4,9	1	3,5	-99	-99
8	Vleesvarkens	E<150	D3	5,3	4,9	1	3,5	-99	-99
9	Biggen		D1.1	6,0	5,3	0,35	3,7	25	12
10	Kraamzeugen		D1.2	5,5	5,3	1	2,7	20	75
11	Geiten		C	4,6	4,3	1,3	2,1	-99	-99
12	vleeskalkoenen		F	4,4	4,4	0,3	1,8	-99	-99
13	Vleeseenden		G	3,6	4,2	0,11	1,4	-99	-99
14	Rundvee		A	4,8	4,7	6	2,5	-99	-99
15	Paarden		K	5,5	5,0	15	0,5	-99	-99
16	Dragende zeugen		D1.3	5,6	5,2	1	3,6	20	58

Voor de berekeningen is ook een schatting nodig van de geometrie van de stalcluster binnen een bedrijf. Het wordt aangenomen dat stallen met dezelfde coördinaten in het KRD-bestand bij hetzelfde bedrijf horen. Het aantal dieren van deze stallen wordt opgeteld en vermenigvuldigd met het specifieke oppervlak per dier om de omvang van de stalcluster te berekenen. Hierbij wordt er geen rekening gehouden met het feit dat er soms meerdere diersoorten aanwezig kunnen zijn op een bedrijf, maar het wordt verondersteld dat dit gemiddeld genomen geen grote afwijkingen zal opleveren in de regio.

De lengte en breedte van de stalcluster kunnen eenvoudig worden afgeleid door te bedenken dat lengte maal breedte gelijk is aan oppervlakte. Aangezien wordt aangenomen dat lengte en breedte niet veel van elkaar zullen verschillen, kan de stalomvang in vierkante meters worden bepaald. Deze informatie wordt vervolgens gebruikt om het rekenmodel te voeden, zodat het 'down-wash' effect door de stallen kan worden verrekend. Het STACKS-model bevat namelijk een uitgebreide gebouwmodule die dit mogelijk maakt. De exacte oriëntatie van een stal is niet bekend, dus er wordt een willekeurige waarde tussen 0 en 180 graden gekozen. Aangezien de stallen als vierkante gebouwen worden beschouwd, wordt aangenomen dat de precieze waarde van de oriëntatie niet van groot belang is.

Als alternatief kan er worden gerekend met een benaderende functie van het down-wash effect, waarbij alleen de emissiehoogte wordt aangepast. Het nadeel van deze benadering is echter dat het laterale effect, namelijk de verbreding van de pluim loodrecht op de windrichting, wordt genegeerd. Juist dit effect kan mogelijk van groter belang zijn. Bij deze benadering zullen enkele receptorpunten onvermijdelijk binnen het vlak van een stal(cluster) vallen. Aangezien de berekening van concentraties in deze gevallen niet betrouwbaar is, worden deze punten uitgesloten van verdere analyse en worden ze niet gebruikt bij het genereren van contourplots. Dit heeft betrekking op ongeveer 0,32% van de receptorpunten, wat overeenkomt met 0,32% van het provincieoppervlak. Het totale oppervlak van alle stallen, verkregen door het aantal dieren te vermenigvuldigen met het specifieke oppervlak per dier, komt uit op ongeveer 1.500 hectare. Dit komt overeen met 0,32% van het provincieoppervlak, wat neerkomt op 0,0032*5.100 km^2 = 1.600 hectare, wat goed overeenkomt.

4. Referenties

Ogink, N.W.M., Erbrink, J.J., D.J.J. Heederik, A. Winkel en I.M. Wouters, 2016. Emissies van endotoxinen uit de veehouderij: emissiemetingen en verspreidingsmodellering. WUR Rapport 959. Wageningen, The Netherlands.

Winkel A, Erbrink H, Wouters I, et al.(2018). Emissies van endotoxinen uit de veehouderij: eindrapport endotoxine metingen. Wageningen: Livestock Research Rapport, 2018.

RVG, (2019). Risicomodellering veehouderij en gezondheid (RVG): modellering van regionale endotoxineconcentraties en relaties met gezondheidseffecten. Dick Heederik, Hans Erbrink, Azadeh Farokhi, Thomas Hagenaars, Gerard Hoek, Nico Ogink, Myrna de Rooij, Lidwien Smit, Albert Winkel, Inge Wouters, Rapport nummer: IRAS UU 2019-01 / WBVR-1910304, februari 2019.

Erbrink, J.J. en Verhees, L., 2015. Effect van meer realistische warmte emissies en variabele stofemissies op de PM10, geur en NH3 concentraties bij pluimveehouderijen. DNV-KEMA rapport 74102439-CES/ECS 13-2539.

ESC, 2016. Endotoxine concentraties rond stallen: indicatieve modelberekeningen. Rapport 2016R003. 5 september 2016.

ESC, 2019. Endotoxine niveaus in VGO gebied. Rapport 2019R003, 1 maart 2019.

ESC, 2020-5. Endotoxine concentraties rond stallen: modelberekeningen, Rapport 2020R003a, mei 2020.

ESC, 2020-12. Bijdrage stallen aan endotoxine niveaus in Noord-Brabant, Rapport 2020R003b, december 2020.

ir. M.H.J. (Mark) Bakermans
DGMR Industrie, Verkeer en Milieu B.V.

k:\doc\m\2022\005501\m20220055501r001v2 - provincie noord-brabant - onderzoek endotoxinen-verspreiding.docx 07-06-2023