

74102439-CES/ECS 13-2539

**Effect van meer realistische warmte emissies
en variabele stofemissies op de PM10, geur en
NH3 concentraties bij pluimveehouderijen**

Arnhem, februari 2015

Auteur(s) Luc Verhees en Hans Erbrink

In opdracht van Ministerie van EZ

auteur : Hans Erbrink
39 blz. 3 bijl. HE/Ha

beoordeeld : Nico Ogink (WUR) i.a.
goedgekeurd : Robert van Kessel



Copyright © 2015, KEMA Nederland B.V., Arnhem, Nederland. Alle rechten voorbehouden.

Het is verboden om dit document op enige manier te wijzigen, het opsplitsen in delen daarbij inbegrepen. In geval van afwijkingen tussen een elektronische versie (bijv. een PDF bestand) en de originele door KEMA verstrekte papieren versie, prevaleert laatstgenoemde.

KEMA Nederland B.V. en/of de met haar gelieerde maatschappijen zijn niet aansprakelijk voor enige directe, indirecte, bijkomstige of gevolgschade ontstaan door of bij het gebruik van de informatie of gegevens uit dit document, of door de onmogelijkheid die informatie of gegevens te gebruiken.

De inhoud van dit rapport mag slechts als één geheel aan derden kenbaar worden gemaakt, voorzien van bovengenoemde aanduidingen met betrekking tot auteursrechten, aansprakelijkheid, aanpassingen en rechtsgeldigheid.

INHOUD

	Pagina
Samenvatting.....	5
1 Introductie.....	7
2 Relaties voor variabele emissies	8
2.1 Vleeskuikens.....	8
2.1.1 Ventilatie-debiet en staltemperatuur	8
2.1.2 Emissiesterkte	10
2.1.2.1 Fijnstof	10
2.1.2.2 Ammoniak	11
2.1.2.3 Geur	12
2.2 Leghennen.....	12
2.2.1 Ventilatie-debiet en staltemperatuur	13
2.2.2 Emissiesterkte	13
2.2.2.1 Fijnstof	13
2.2.2.2 Ammoniak en geur.....	15
3 Berekeningen aan stallen met vleeskuikens.....	15
3.1 Stal met 40.000 vleeskuikens.....	16
3.2 Vier stallen met in totaal 200.000 vleeskuikens	18
4 Berekeningen aan stallen met leghennen.....	19
4.1 Stal met 30.000 leghennen.....	19
5 Resultaten berekeningen vleeskuikens	20
5.1 Stal met 40.000 vleeskuikens.....	20
5.1.1 Fijnstof	21
5.1.2 Geur	23
5.1.3 Ammoniak	25
5.1.4 Variant met meerdere uitstroomopeningen.....	26
5.2 Vier stallen met in totaal 200.000 vleeskuikens	27
6 Resultaten berekeningen leghennen.....	30
6.1 Stal met 30.000 leghennen.....	30
6.1.1 Fijnstof	31
6.1.2 Geur	33
6.1.3 Ammoniak	36
7 Discussie en Conclusies.....	37

8	Referenties	39
Bijlage A	Contourplots berekening 40.000 vleeskuikens	40
Bijlage B	Contourplots berekening 200.000 vleeskuikens	41
Bijlage C	Contourplots berekening 30.000 leghennen	44

SAMENVATTING

Bij vergunningverlening voor stallen wordt getoetst of aan de luchtkwaliteit- en geurnormen wordt voldaan. Overschrijdingen van wettelijke drempelwaarden worden berekend met gestandaardiseerde verspreidingsmodellen (voor fijnstof o.a. ISL3a en voor geur V-STACKS). In deze verspreidingsmodellen wordt gebruik gemaakt van een constante emissie, gebaseerd op het jaargemiddelde, en wordt de warmte-emissie verwaarloosd. Diercategorieën met cyclische groeipatronen vertonen in de tijd echter sterk fluctuerende emissieniveaus. Deze hangen af van het groeistadium van de dieren maar ook van de weersomstandigheden.

In opdracht van het ministerie van EZ hebben DNV KEMA en Wageningen UR Livestock Research onderzocht:

- wat het effect is van variabele emissies uit stalgebouwen op de jaargemiddelde concentratie- en depositieniveaus en het aantal overschrijdingen van uur- en daggemiddelde drempelwaarden
- wat het effect is van het verwaarlozen van de warmte-emissie vanuit de stalgebouwen in de huidige voorgeschreven rekenmethoden

De berekeningen zijn uitgevoerd met het verspreidingsmodel STACKS+, voor een diersoort met een sterk cyclisch groeipatroon, namelijk vleeskuikens (Rav E5.100), en een diersoort met nauwelijks een cyclisch groeipatroon namelijk scharrelhennen (Rav E2.12.2) en voor een drietal componenten: fijnstof (jaargemiddelde concentraties en overschrijdingsdagen), geur (percentielwaarden) en ammoniak (depositie). De emissiepatronen zijn bepaald uit verschillende meetrapporten van stalemissies. Beide staltypen hebben lengteventilatie met een horizontale uitstroming. Als variatie is ook gerekend aan stallen met nokventilatie. In STACKS+ kunnen alle emissievariaties en wisselingen in de staltemperatuur, het ventilatiedebiet en de stofemissies van uur-tot-uur worden doorgerekend. Dit gebeurt daar waar nodig in afhankelijkheid van de buitentemperatuur en of het dag of nacht is. In ISL3A en V-STACKS worden vaste jaarwaarden gebruikt en wordt de warmte-emissie niet meegenomen.

Uit de resultaten van de uitgevoerde modelberekeningen kan het volgende geconcludeerd worden:

1. Uit modelberekeningen met variabele emissies van PM10, geur en ammoniak in plaats van een vaste jaaremissie, volgt dat het rekening houden met de werkelijk optredende variaties voor geur een verschil in berekende concentraties van een factor 2 à 3 kan opleveren. Voor PM10 en ammoniak zijn de verschillen niet groot.
2. Deze verschillen voor geur zijn er alleen indien de geuremissie een vergelijkbaar variatiepatroon kent als de PM10-emissie. Of dit zo is in praktijk, moet nog uitgezocht worden.
3. De warmte emissie die vrijkomt uit deze stallen (ventilatielucht is warmer dan de buitenlucht) maakt dat de stoffen in de atmosfeer een stukje stijgen. Uit de modelberekeningen volgt dat de berekende concentraties veel lager kunnen zijn als warmte emissie wordt meegenomen

4. Of pluimstijging ten gevolge van warmte emissie bij stallen zich in werkelijkheid gedraagt zoals de modellen beschrijven is niet zeker, met name bij stallen met gevelventilatie. Het is aan te bevelen hierover uitsluitsel te krijgen door hetzij een onderzoek bij echte stallen uit voeren, hetzij een beperkte reeks windtunnelmetingen te doen aan relevante situaties.

1 INTRODUCTIE

Bij vergunningverlening voor stallen wordt getoetst of aan de luchtkwaliteit- en geurnormen wordt voldaan. Overschrijdingen van wettelijke drempelwaarden worden berekend met gestandaardiseerde verspreidingsmodellen (voor fijn stof o.a. ISL3A en voor geur V-STACKS). In deze verspreidingsmodellen wordt gebruik gemaakt van een constante emissie, gebaseerd op het jaargemiddelde, en wordt de warmte-emissie verwaarloosd. Diercategorieën met cyclische groeipatronen vertonen in de tijd echter sterk fluctuerende emissieniveaus. Deze hangen af van het groeistadium van de dieren maar ook van de weersomstandigheden (denk aan de temperatuurbheersing en de ventilatie van stallen). Het is de vraag of het gebruik van een constante emissie wel een juist beeld geeft van jaargemiddelde concentraties en overschrijdingsfrequenties van drempelwaarden wanneer in werkelijkheid fluctuerende emissiepatronen optreden. Daarbij kan ook het verwaarlozen van de warmte-emissie een groot effect hebben op de verspreiding. Het doel van dit onderzoek is:

1. Vaststellen of het variatiepatroon in emissies uit stalgebouwen een effect heeft op het aantal overschrijdingen van drempelwaarden en de jaargemiddelde concentratie- en depositieniveaus
2. Vaststellen of de warmte-emissie vanuit de stalgebouwen in de huidige voorgeschreven rekenmethoden terecht verwaarloosd mag worden.

In dit onderzoek worden voor een drietal componenten verspreidingsberekeningen uitgevoerd:

1. Fijnstof (jaargemiddelde concentratie, overschrijdingsdagen)
2. Geur (percentielwaarden van uurgemiddelde concentraties)
3. Ammoniak (depositie)

Daarbij worden de berekeningen uitgevoerd voor een diersoort met een cyclisch groeipatroon, namelijk vleeskuikens (Rav E5.100) en een diersoort met nauwelijks een cyclisch groeipatroon namelijk scharrelhennen (Rav E2.12.2). In tabel 1 worden de voorgeschreven (vaste) emissies gegeven die in verspreidingsberekeningen gebruikt dienen te worden.

Tabel 1 Emissiefactoren voor vleeskuikens en leghennen

Beschrijving	RAV code	Ammoniak (kg/dier/jaar)	Geur (ouE/dier/s)	Fijnstof (gram/dier/jaar)
Vleeskuikens overige huisvestingssystemen	E 5.100	0.080	0.24	22
Scharrelhennen scharrelhuisvesting met frequente mest- en strooiselverwijdering (<u>BWL</u> <u>2004.12</u>)	E 2.12.2	0.106	0.34	84

Deze studie is uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken. De berekeningen zijn uitgevoerd met het model STACKS+ versie 2012.2, welke is goedgekeurd door het ministerie van I&M voor situaties binnen en buiten het toepassingsbereik van SRM1, SRM2 en SRM3. Voor de verspreidingsberekeningen zijn uurlijkse gegevens nodig van de (stof-) emissie, de warmte emissie, het ventilatiedebiet en de uittreesnelheid. De afmetingen van de stallen zijn ook van belang omdat de stallen het stromings- en verspreidingspatroon sterk kunnen beïnvloeden. Deze parameters bepalen, samen met de weersomstandigheden, wat de concentraties in de omgeving zullen zijn. De gegevens voor de stallen die zijn gekozen voor de berekeningen in deze studie, zijn overgenomen van de studie van Hofschreuder et al. (2012) en zijn zo realistisch mogelijk gekozen, zodat de berekeningen representatief zijn voor in de praktijk voorkomende stallen met kippen en voor twee schaalgrootten. Daarmee is een groot deel van de staltypen voor kippen in Nederland afgedekt.

Om depositieberekeningen voor ammoniak mogelijk te laten zijn, is aan het rekenmodel toegevoegd dat bij bronnen met gebouweffect ook de droge depositie berekend kan worden. In het 'standaard' STACKS model was dat nog niet zo. Daarbij zijn twee aannames gedaan: a) dat het alleen om de droge depositie gaat en b) dat de verliesterm door depositie in dit geval niet relevant is om de verschillen te kunnen aangeven. Voor de eerste aanname geldt dat natte depositie op deze korte afstanden geen rol speelt. De tweede aanname is gedaan om het rekenproces niet ingewikkeld te maken; voor vergelijkingen tussen de varianten is deze verdwijnterm ook niet relevant: deze is in alle gevallen in relatieve zin even groot.

2 RELATIES VOOR VARIABELE EMISSIES

Relaties voor ventilatiedebiet, staltemperatuur en emissies voor vleeskuikens en leghennen zijn afgeleid uit de beschikbare literatuur. Met name is gebruik gemaakt van de resultaten uit een gerelateerd onderzoek uit 2012 van Hofschreuder et al. met de titel '*Overschrijdingsberekeningen van fijnstofnormen rond pluimveestallen: effect van variabele stofemissie en warmte uitstoot*'.

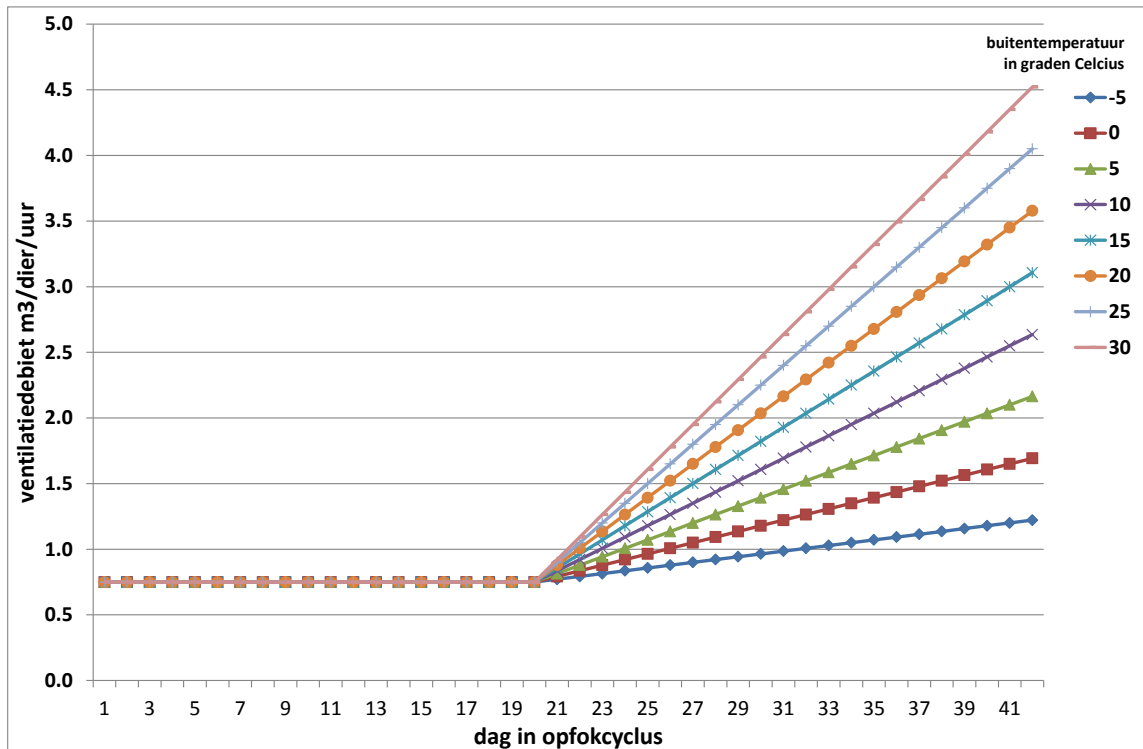
2.1 Vleeskuikens

Voor vleeskuikens wordt een cyclusduur van 42 dagen aangenomen zonder tussentijds uitladen. Het eindgewicht van de dieren bedraagt dan omstreeks 2.4 kg. Na deze periode van 42 dagen wordt de stal geruimd en is er leegstand gedurende een periode van 7 dagen waarna de cyclus opnieuw begint.

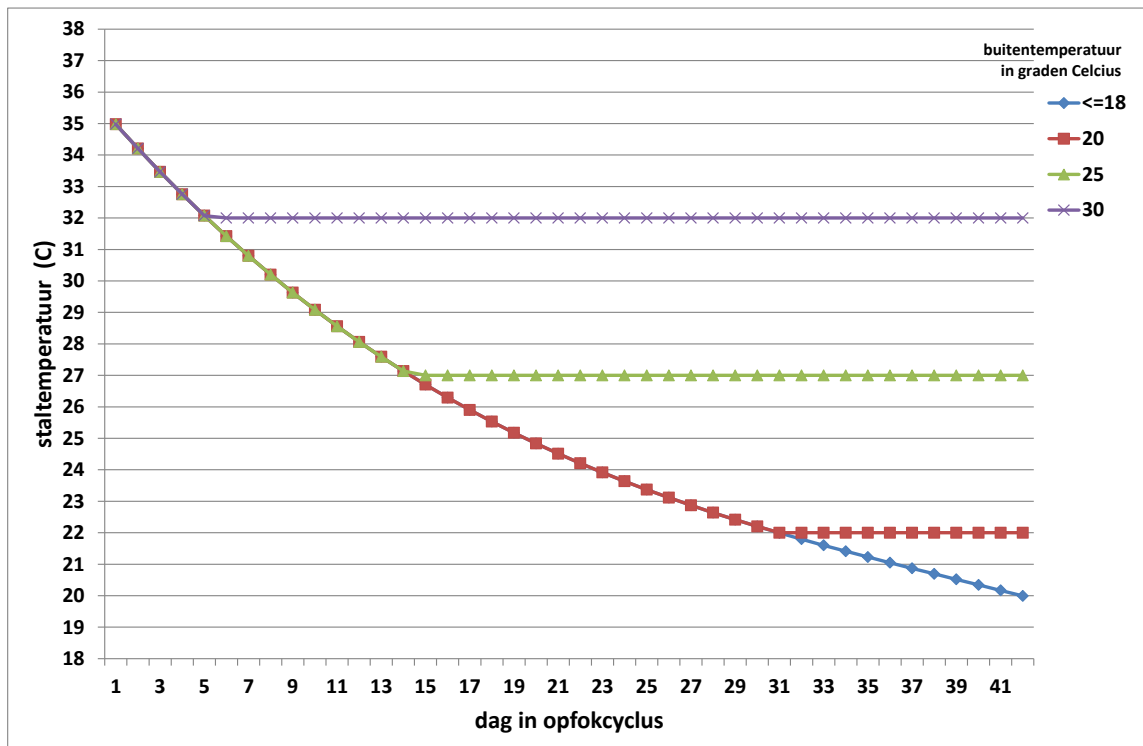
2.1.1 Ventilatiedebiet en staltemperatuur

Voor het ventilatiedebiet en de staltemperatuur zijn de relaties aangehouden uit Hofschreuder et al., 2012. Het ventilatiedebiet en de staltemperatuur zijn beiden afhankelijk van 1) de dag in de

opfokcyclus en 2) de buitentemperatuur. Zie figuren 1 en 2. Wanneer de buitentemperatuur 18 graden of meer bedraagt wordt als minimum staltemperatuur de buitentemperatuur + 2 graden aangehouden.



Figuur 1 Relatie tussen ventilatiedebiet, buitenluchttemperatuur en de dag in de opfokcyclus



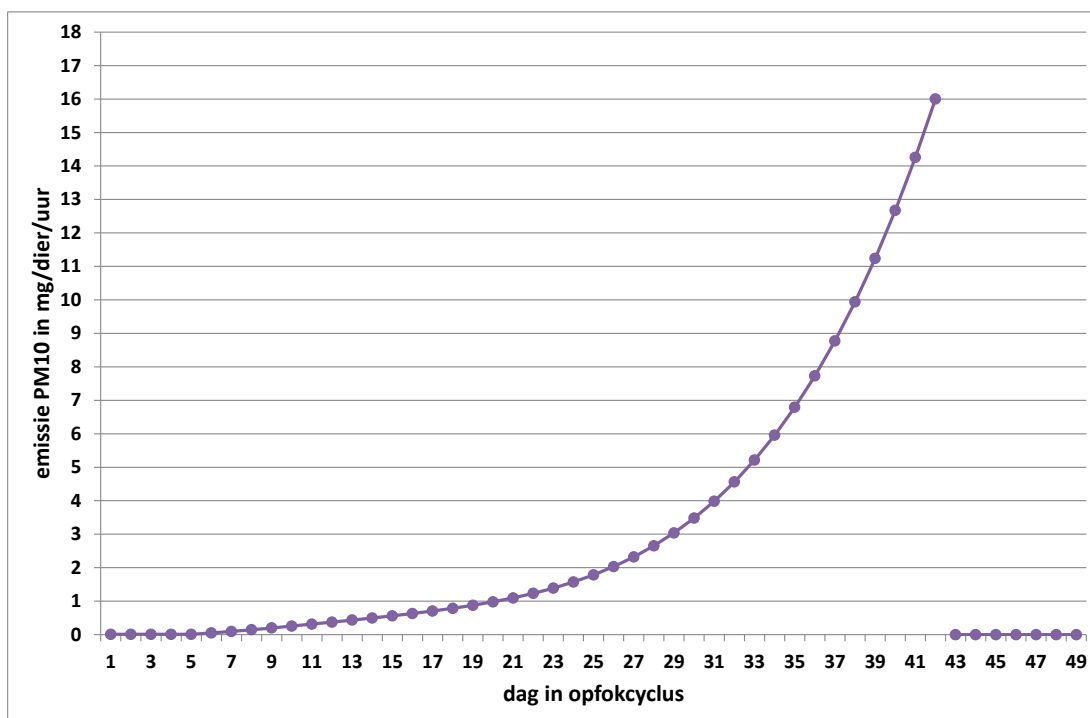
Figuur 2 Relatie tussen staltemperatuur, buitenluchttemperatuur en de dag in de opfokcyclus.

In de meteorologische database van het verspreidingsmodel STACKS zijn alle uurgemiddelde waarden van diverse meteorologische parameters opgenomen voor de periode 1995-2012 en van de meteostations Eindhoven en Schiphol. Het model STACKS modelleert de situatie uur voor uur en dus worden ook het ventilatiedebiet en de staltemperatuur van uur tot uur gemodelleerd. Doordat het ventilatiedebiet mede afhankelijk is van de buitentemperatuur wordt impliciet een daggang van het ventilatiedebiet in STACKS gemodelleerd.

2.1.2 Emissiesterkte

2.1.2.1 Fijnstof

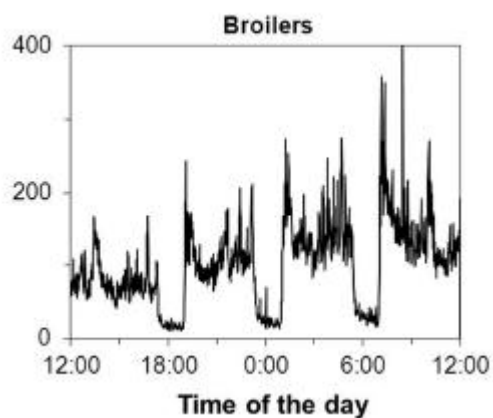
De fijnstof emissie voor de vleeskuikenstal is overgenomen uit Hofschreuder et al., 2012, en is afhankelijk gesteld aan de dag in de opfokcyclus. De gemiddelde fijnstof emissie over de cyclus (zie figuur 3) bedraagt 2.75 mg/dier/uur of 24.07 gr/dier/jaar. Dit is iets hoger dan de emissiefactor fijnstof die in het overzicht emissiefactoren fijn stof voor veehouderij wordt gegeven voor Rav code E 5.100 welke 22 gr/dier/jaar bedraagt.



Figuur 3 Relatie tussen PM10 emissiesterkte en de dag in de opfokcyclus.

In het model is voor de fijnstof emissie een licht - donker variatie ingebracht. In de vleeskuikenstallen gaan globaal genomen de lichten drie of vier keer per dag uit gedurende twee uur. Zie figuur 4 (Winkel A., 2013). In het STACKS model is ingebracht dat gedurende in totaal acht uur per etmaal (11-13 uur, 17-19 uur, 23-01 uur, 05-07 uur) de lichten uit gaan. Er wordt dan gerekend met een

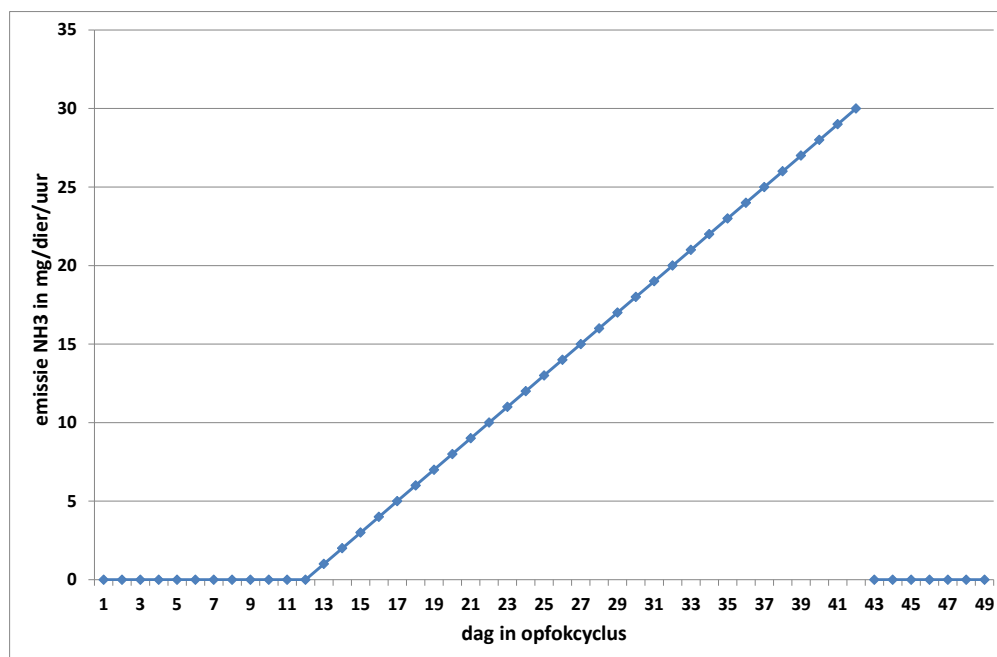
emissie van 10% van de daggemiddelde emissie en voor de overige 16 uur met een emissie van 145% van de daggemiddelde emissie, hierdoor is de dagemissie weer in balans ($8 \cdot 0.1 + 16 \cdot 1.45 = 24$)



Figuur 4 Typisch PM10 concentratiepatroon voor vleeskuikens. Y-as: percentage van daggemiddelde PM10 concentratie. In dit voorbeeld gaan de lichten drie keer uit voor periodes van twee uur.

2.1.2.2 Ammoniak

De ammoniak emissie is afgeleid uit Hol et al., 2007 en volgt het verloop zoals aangegeven in figuur 5. De gemiddelde ammoniak emissie over de cyclus bedraagt 10.71 mg/dier/uur of 0.094 kg/jaar/dier. Dit is iets hoger dan de emissiefactor voor ammoniak die in het Besluit ammoniakemissie huisvesting veehouderij wordt gegeven voor Rav code E 5.100 welke 0.080 kg/dier/jaar bedraagt.



Figuur 5 Relatie tussen NH₃ emissiesterkte en de dag in de opfokcyclus.

In Estelles et al., 2010 wordt voor vleeskuikens de daggang van het ventilatiedebiet en de ammoniak stalconcentraties gegeven. De gemiddelde amplitude in de stalconcentraties is minder dan 10% en is wordt hier verder verwaarloosd. In het STACKS model is een daggang in de emissiesterke ingebracht die gelijk is aan de daggang in het ventilatiedebiet; de emissiesterke is immers gelijk aan het product van het ventilatiedebiet en de stalconcentraties, zie tabel 2.

Tabel 2 Amplitude en uur waarop de maximum waarde wordt bereikt van de ammoniak en geur emissiesterke voor vleeskuikens.

	Amplitude (% van gemiddelde waarde)	Uur waarop max. waarde wordt bereikt
Lente	21.0	15.6
Zomer	24.0	15.3
Herfst	7.2	15.4
Winter	21.4	14.0

2.1.2.3 Geur

Voor het verloop van de geuremissie zijn twee opties in het STACKS model ingebouwd:

1) De geurmissie volgt het ventilatiedebiet.

Bij een buitentemperatuur van 11°C (bij benadering de gemiddelde buitentemperatuur in Nederland) bedraagt de geuremissie gemiddeld over de cyclus 0.24 ouE/s/dier (de emissiesterke behorende bij RAV code E5.100). De geuremissie schaal linear mee met het ventilatiedebiet. Daarbij is de daggang ingebracht die ook gebruikt is modellering van de ammoniakconcentraties, zie paragraaf 2.1.2.2 / tabel 2.

2) De geurmissie volgt de PM10 emissie.

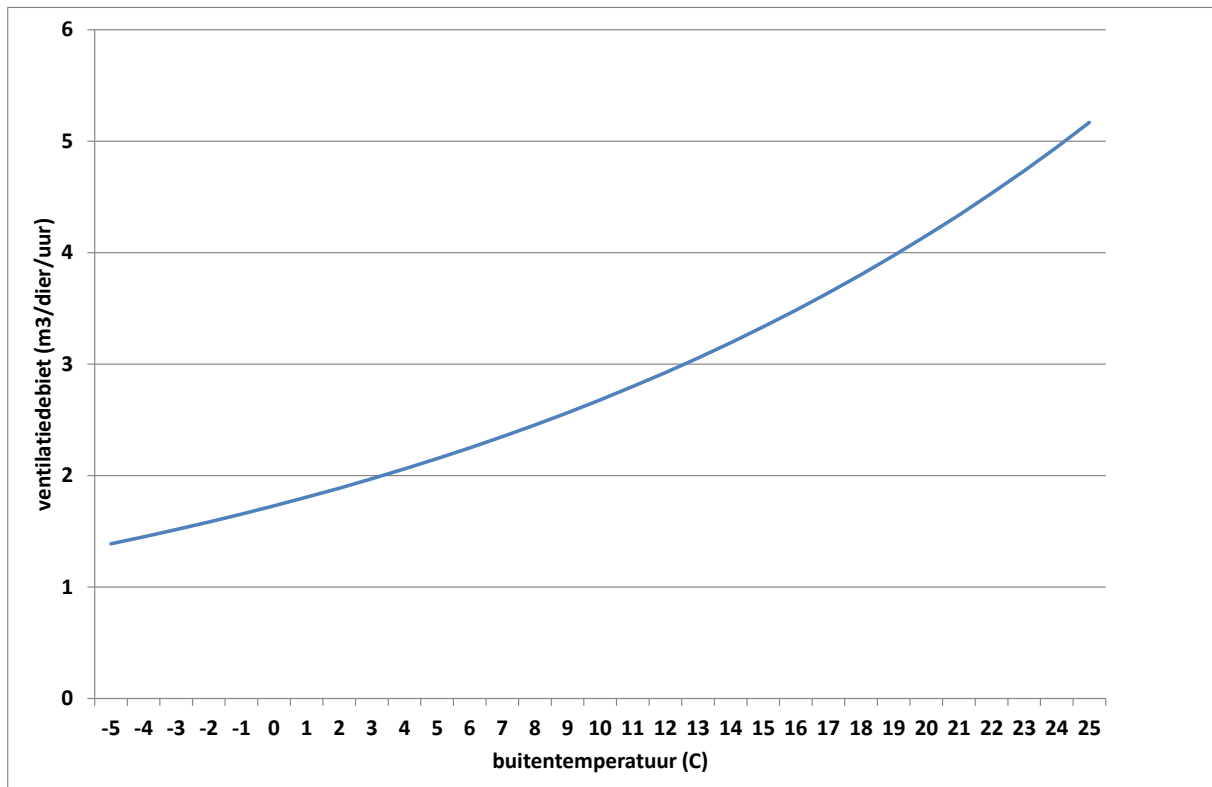
De gemiddelde fijnstof emissie over de cyclus (zie figuur 3) bedraagt 24.07 gr/jaar/dier. De gemiddelde geuremissie over de cyclus bedraagt 0.24 ouE/s/dier (de emissiesterke behorende bij RAV code E5.100) en schaal linear mee met de fijnstof emissie.

2.2 Leghennen

Voor leghennen wordt een cyclusduur van 406 dagen opgegeven met een leegstand van 14 dagen na de cyclus. Vanwege deze geringe leegstand is in STACKS een continue bezetting met leghennen aangenomen.

2.2.1 Ventilatie-debiet en staltemperatuur

Het ventilatie-debiet voor leghennen is afhankelijk van de buitentemperatuur. De relatie uit Hofschreuder et al., 2012 is hiervoor aangehouden, zie figuur 6. Voor de staltemperatuur is de buitentemperatuur plus 2°C aangehouden met een minimum van 18°C (conform Hofschreuder et al., (2012)).

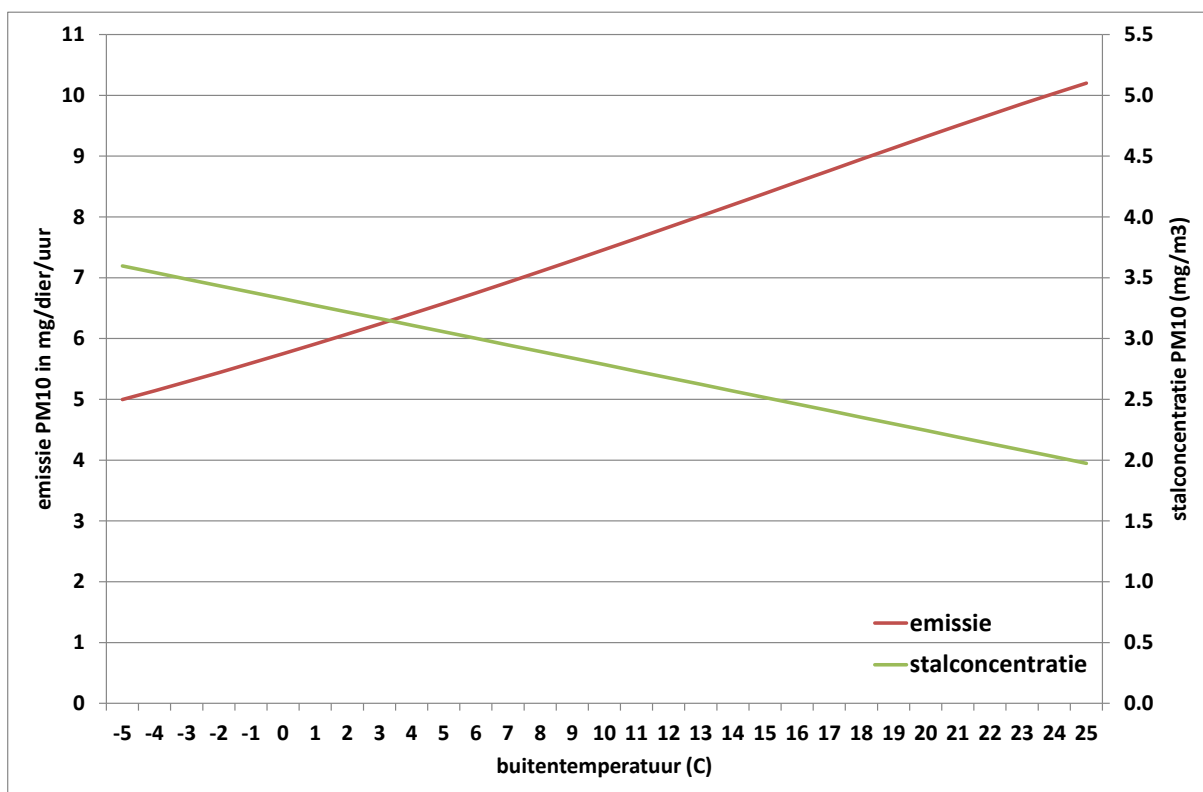


Figuur 6 Relatie tussen het ventilatie-debiet en de buitentemperatuur

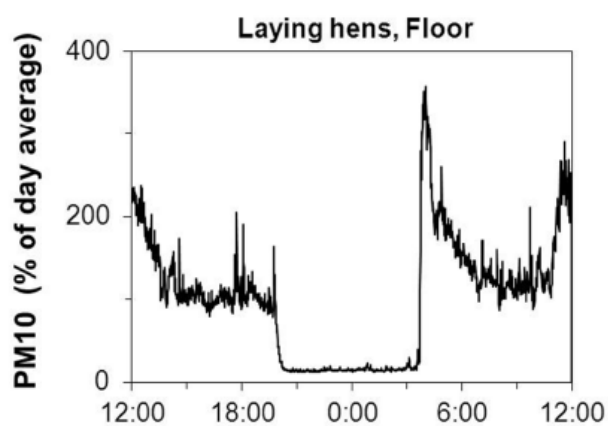
2.2.2 Emissiesterkte

2.2.2.1 Fijnstof

Ook de relatie voor de stalconcentratie voor fijnstof is overgenomen uit Hofschreuder et al., 2012, zie figuur 7: groene lijn. Door het ventilatie-debiet en de stalconcentratie met elkaar te vermenigvuldigen wordt de fijnstof emissie verkregen, zie figuur 7: rode lijn. Omdat het ventilatie-debiet en de fijnstof stalconcentratie afhankelijk zijn van de buitentemperatuur wordt impliciet een daggang van het ventilatie-debiet in STACKS gemodelleerd. Daarbij is er het effect van het licht-donker regime in de stallen. Typisch gaan in de leghennenstallen de lichten uit voor een periode van acht uur. Zie figuur 8 (Winkel A., 2013). In het STACKS model is ingebracht dat gedurende acht uur (van 20:00 – 05:00 uur) de lichten uit gaan. Er wordt dan gerekend met een emissie van 10% van de daggemiddelde emissie en voor de overige 16 uur met een emissie van 145% van de daggemiddelde emissie.



Figuur 7 Relatie tussen de PM10 stalconcentratie en – emissie en de buitentemperatuur



Figuur 8 Typisch PM10 concentratiepatroon voor leghennen.

De gemiddelde fijnstof emissie op basis van de in deze paragraaf beschreven relaties, en gebruik makend van de uurlijkse meteorologie van 1995-2004 van station Eindhoven, bedraagt 7.71 mg/dier/uur. Dit is 67.6 gr/dier/jaar en daarmee iets minder dan de emissiefactor fijnstof die in het overzicht emissiefactoren fijn stof voor veehouderij wordt gegeven voor Rav code E2.12.2 welke 84 gr/dier/jaar bedraagt.

2.2.2.2 Ammoniak en geur

Voor de leghennenstal kiezen we voor de ammoniak en geur emissie een andere benadering dan voor de vleeskuikenstal. Uit Mosquera et al. (2011) blijkt niet duidelijk dat de ammoniak- en geuremissie een trend volgt over de legperiode en over het jaar (het onderzoek richtte zich overigens vooral op jaargemiddelden). Dit zou echter ook gelden voor de fijnstof emissie, terwijl Hofschreuder et al., 2012, (zie paragraaf 2.2.2.1) de emissie afhankelijk veronderstelt van de buitentemperatuur en er dus een trend over het jaar te zien zou moeten zijn. Voor de fijnstof emissie hebben we de relatie van Hofschreuder et al., 2012, aangehouden. Voor de ammoniak en geur emissie nemen we Mosquera et al. (2011) als uitgangspunt. We houden daarom een jaargemiddelde emissiesterkte van 0.106 kg NH₃/jaar/dier en 0.34 ouE/s/dier (de emissiesterktes behorende bij RAV code E2.12.2). De geuremissie wordt dus niet gekoppeld aan de fijnstof emissie of het ventilatiedebiet zoals voor vleeskuikens is gedaan. In Estelles et al., 2010 wordt vervolgens de daggang van het ventilatiedebiet en de ammoniak stalconcentraties voor leghennen gegeven. De gemiddelde amplitude in de stalconcentraties is minder dan 10% en is wordt hier verder verwaarloosd. In het STACKS model is een daggang in de emissiesterkte ingebracht die gelijk is aan de daggang in het ventilatiedebiet; de emissiesterkte is immers gelijk aan het product van het ventilatiedebiet en de stalconcentraties, zie tabel 3.

Tabel 3 Amplitude en uur waarop de maximum waarde wordt bereikt van de geur en ammoniak emissiesterkte voor leghennen.

	Amplitude (% van gemiddelde waarde)	Uur waarop max. waarde wordt bereikt
Lente	36.9	15.7
Zomer	24.1	15.5
Herfst	15.8	14.6
Winter	15.4	13.3

3 BEREKENINGEN AAN STALLEN MET VLEESKUIKENS

Voor de verspreidingsberekeningen die zijn uitgevoerd voor vleeskuikens is de stal (of de stallen) steeds geprojecteerd bij de plaats Deurne (X=186000 Y=386000). De PM10 achtergrondconcentraties en NH₃ achtergronddepositie zijn hier hoog. De berekening is uitgevoerd voor het toetsjaar 2013. Dit betekent dat er is gerekend met de PM10 achtergrondconcentratie van 2013, voor een rekenperiode van 10 jaren met de meteorologie van 1995 t/m 2004. Deze rekenperiode is voorgeschreven in de wet- en regelgeving. De resultaten van de berekeningen aan vleeskuikenstallen worden besproken in hoofdstuk 5.

3.1 Stal met 40.000 vleeskuikens

Tabel 4 Kenmerken voor het scenario met een stal met 40.000 vleeskuikens

Kenmerk	
Lengte	60 m
Breedte	30 m
Oriëntatie	Noord-Zuid
Aantal dieren	40.000
Type ventilatie	Gevel ventilatie
Emissiepunthoogte	1.5 m
Hoogte gebouw (rekenhoogte)	5 m
Uitstroomsnelheid	0.4 m/s ¹⁾
Terreinruwheid	0.3 m

Het emissiepunt ligt op het midden van de noordgevel (de korte kant). In de praktijk komen vleeskuikenstallen met nokventilatie bijna niet voor. Daarom zijn hier alleen scenario's met gevelventilatie doorgerekend. In het STACKS model is de gebouwroutine van het Nieuw Nationaal Model geïmplementeerd. De gebouwinvloed van de stal wordt in de berekeningen dan ook meegenomen. In het STACKS model zijn receptorpunten geplaatst rondom de stal tot 2 km van de stal, zie figuur 9 en 10.

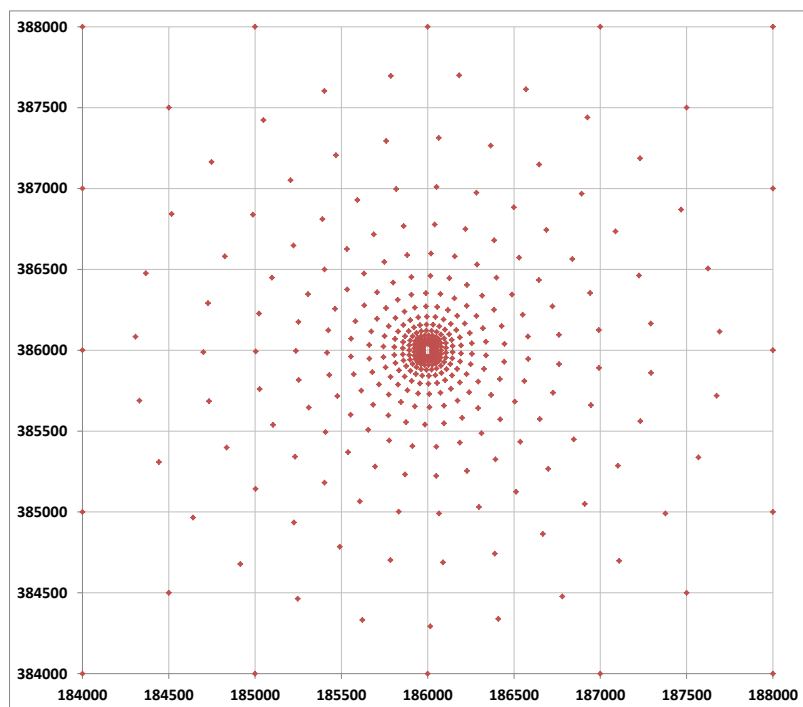
In de scenario's met een vaste emissiesterkte wordt gerekend met 24.07 g PM10/dier/jaar (zie paragraaf 2.1.2.1). Voor ammoniak bedraagt de vaste emissiesterkte 0.094 kg/dier/jaar en voor geur 0.24 ouE/s/dier (zie paragraaf 2.1.2.2 en 2.1.2.3).

Voor de (verticale) uitstroomsnelheid voor gevelventilatie is, conform de V-STACKS gebruikershandleiding, 0.4 m/s aangehouden. In het scenario met een vaste warmte emissie wordt gerekend met 0.218MW. Dit is gebaseerd op een gemiddelde volume flux van 12.17 m³/s (= 1.0956 m³/dier/uur) en een gemiddeld temperatuurverschil tussen staltemperatuur en buitenluchttemperatuur van 12.97 K.

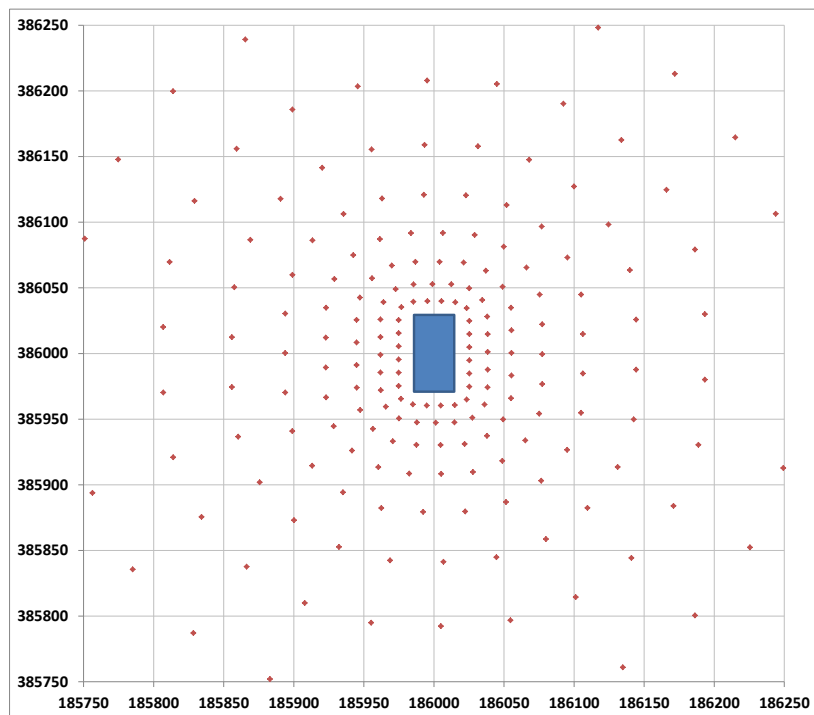
Variant met meerdere uitstroomopeningen

In de gemodelleerde stal komt de emissie vrij uit één uitstroomopening op de gevel. Er wordt ook een variant doorgerekend waarbij de emissie verdeeld wordt over drie naast elkaar gelegen uitstroomopeningen op dezelfde gevel. In praktijk zullen er immers meerdere ventilatoren in de gevel zijn geplaatst waarmee de temperatuurregeling wordt uitgevoerd. In de scenario's waarbij warmte emissie wordt meegenomen verwachten we een effect op de berekende concentraties omdat er per emissiepunt nu minder warmte emissie is, hetgeen de pluimstijging weer beïnvloedt en dus tot wat hogere concentraties kan leiden.

¹⁾ Dit is zo gekozen om de verticale impulsstijging te voorkomen, die treedt immers niet op. De uitreesnelheid zelf is voorts wel onderwerp van discussie (zie paragraaf 'discussie')



Figuur 9 Ligging receptorpunten in een gebied van 4 bij 4 km.



Figuur 10 Ligging receptorpunten rondom de stal (blauw) in een gebied van 500 bij 500 meter.

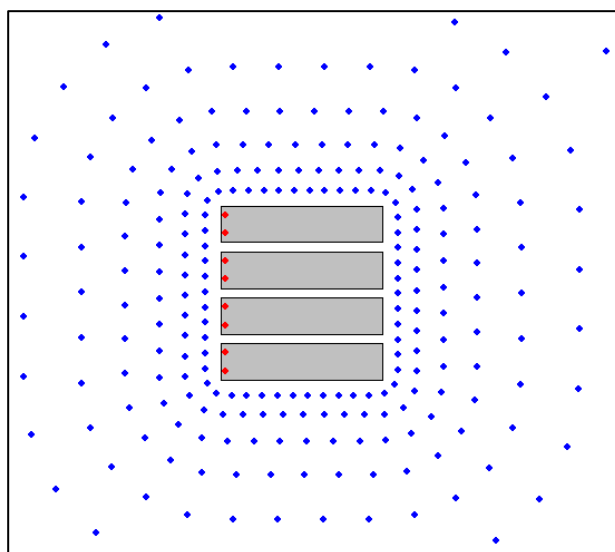
3.2 Vier stallen met in totaal 200.000 vleeskuikens

Dit scenario is gebaseerd op een stallencomplex voor vleeskuikens in Noord Limburg. Het gaat hier om stallen met luchtmengsysteem voor droging strooisellaag in combinatie met een warmtewisselaar BWL 2010.13.V3 (Rav E 5.11 in combi met E 7.7). De ventilatie-openingen liggen op het westelijke uiteinde van de stal, op het dak. De lucht komt via de ventilatoren in het achterste spantvak terecht en emitteert dan via de openingen in het dak. De lucht wordt waarschijnlijk nauwelijks verticaal gestuwd. Daarom is een lage uitstroomsnelheid van 0.4 m/s aangehouden, zoals ook het geval is bij gevelventilatie (zie paragraaf 3.1).

Tabel 5 Kenmerken van één stal in het scenario met 200.000 vleeskuikens

Kenmerk	
Lengte	106 m
Breedte	24 m
Oriëntatie	West-Oost
Aantal dieren, per stal	50.000
Aantal dieren, per emissiepunt	25.000
Type ventilatie	Nok
Emissiepunthoogte	5.3 m
Hoogte gebouw (rekenhoogte)	5.2 m
Uitstroomsnelheid	0.4 m/s
Terreinruwheid	0.3 m

De stallen zijn ook hier geprojecteerd bij de plaats Deurne. Het betreft vier naast elkaar gelegen stallen met tussenruimtes van 6 meter. Per stal zijn twee emissiepunten gemodelleerd, zie figuur 11. In STACKS is conform de Handreiking NNM gerekend met een gebouw omhullende. De vier stallen zijn als één gebouw van 106 bij 114 meter in de STACKS berekeningen gemodelleerd. In het STACKS model zijn receptorpunten geplaatst rondom de stal tot 2 km van de stal.



Figuur 11 Ligging van de stallen met de gemodelleerde emissiepunten (rood) en de receptorpunten (blauw)

Het stalsysteem van deze stallen (Rav E 5.11 in combi met E 7.7) wijkt af van het stalsysteem waarmee in paragraaf 3.1 is gerekend en waarvoor alle relaties in paragraaf 2.1 zijn opgesteld (Rav E 5.100). De emissiesterke voor geur is echter gelijk aan Rav E 5.100 en de PM10 emissie is vrijwel gelijk. We rekenen daarom gemakshalve met dezelfde relaties zoals beschreven in paragraaf 2.1 en met dezelfde waarden voor de vaste emissiesterke (24.07 g PM10/dier/jaar (zie paragraaf 2.1.2.1) en voor geur 0.24 ouE/s/dier (zie paragraaf 2.1.2.3). Alleen de ammoniak emissie ligt voor stalsysteem Rav E 5.11 in combi met E 7.7 veel lager dan voor Rav E 5.100 (0.021 versus 0.080 kg/dier/jaar). Ammoniak wordt voor dit scenario daarom niet doorgerekend.

In het scenario met een vaste warmte emissie wordt gerekend met 0.136MW per emissiepunt. Dit is gebaseerd op een gemiddelde volume flux van 7.61 m³/s per emissiepunt (= 1.0956 m³/dier/uur) en een gemiddeld temperatuurverschil tussen staltemperatuur en buitenluchttemperatuur van 12.97 K.

4 BEREKENINGEN AAN STALLEN MET LEGHENNEN

Ook voor de verspreidingsberekeningen die zijn uitgevoerd voor leghennen is de stal (of de stallen, gemodelleerd als één gebouw) steeds geprojecteerd bij de plaats Deurne (X=186000 Y=386000), net zoals is gedaan voor de berekeningen voor de stallen met vleeskuikens, zie hoofdstuk 3. De berekening is uitgevoerd voor het toetsjaar 2013. Dit betekent dat er is gerekend met de PM10 achtergrondconcentratie van 2013, voor een rekenperiode van 10 jaren met de meteorologie van 1995 t/m 2004. De resultaten van de berekeningen aan leghennenstallen worden besproken in hoofdstuk 6.

4.1 Stal met 30.000 leghennen

Tabel 6 Kenmerken het scenario van een stal met 30.000 leghennen

Kenmerk	
Lengte	80 m
Breedte	21 m
Oriëntatie	Noord-Zuid
Aantal dieren	30.000
Type ventilatie	Nok- en gevel ventilatie
Emissiepunthoogte	4.3 m (nok) en 1.5 m (gevel)
Hoogte gebouw (rekenhoogte)	4.25 m
Uitstroomsnelheid	2.9 m/s (nok) en 0.4 m/s (gevel)
Terreinruwheid	0.3 m

Het emissiepunt ligt in het scenario van gevelventilatie op het midden van de noordgevel (de korte kant). In het geval van nokventilatie is één emissiepunt gemodelleerd in het midden van de stal. In het STACKS model is de NNM gebouwroutine geïmplementeerd. De gebouwinvloed van de stal wordt in de berekeningen dan ook meegenomen. In het STACKS model zijn receptorpunten geplaatst rondom de stal tot 2 km van de stal, naar analogie van de het scenario voor vleeskuikens zoals gepresenteerd in paragraaf 3.1.

In de scenario's met een vaste emissiesterkte wordt gerekend met 66,4 g PM10/dier/jaar (zie paragraaf 2.2.2.1). Voor ammoniak bedraagt de vaste emissiesterkte 0.106 kg/dier/jaar en voor geur 0.34 ouE/s/dier (zie paragraaf 2.2.2.2).

Voor alle scenario's wordt een aanname gedaan voor de uitstroomsnelheid. In het geval van gevelventilatie wordt deze op 0.4 m/s gezet. In het geval van nokventilatie is deze gelijk gesteld aan 2.9 m/s in de scenario's met een vaste emissiesterkte. In de scenario's met variabele emissiesterkte schaalde de uitstroomsnelheid mee met het ventilatiedebiet (zie paragraaf 2.2.1).

In het scenario met een vaste warmte emissie wordt gerekend met 0.28 MW. Dit is gebaseerd op een gemiddeld volume flux van 23.94 m³/s (= 2.873 m³/dier/uur) en een gemiddeld temperatuurverschil tussen staltemperatuur en buitenluchttemperatuur van 8.46 K.

5 RESULTATEN BEREKENINGEN VLEESKUIKENS

5.1 Stal met 40.000 vleeskuikens

In deze paragraaf worden de resultaten van de berekeningen aan een vleeskuikenstal met 40.000 dieren gepresenteerd, waarvan de details zijn beschreven in paragraaf 3.1.

Er zijn voor de berekeningen aan stallen met vleeskuikens vier scenario's doorgerekend:

1. met een vaste jaargemiddelde emissiesterkte, zonder warmte emissie (E-vast MW-0)
2. met een variabele emissiesterkte, zonder warmte emissie (E-var MW-0)
3. met een vaste jaargemiddelde emissiesterkte en vaste jaargemiddelde warmte emissie (E-vast MW-vast)
4. met een variabele emissiesterkte en variabele warmte emissie (E-var MW-var)

De aanduiding tussen haakjes wordt gebruikt in de grafieken in deze paragraaf ter aanduiding van de scenario's. Daarbij is er gevarieerd met:

- Componenten: PM10, ammoniak of geur
- Varianten van verdisconteren variabele geuremissie: geur volgt PM10 emissie of debiet, zie paragraaf 2.1.2.3.
- Eén of drie emissiepunten op de gevel

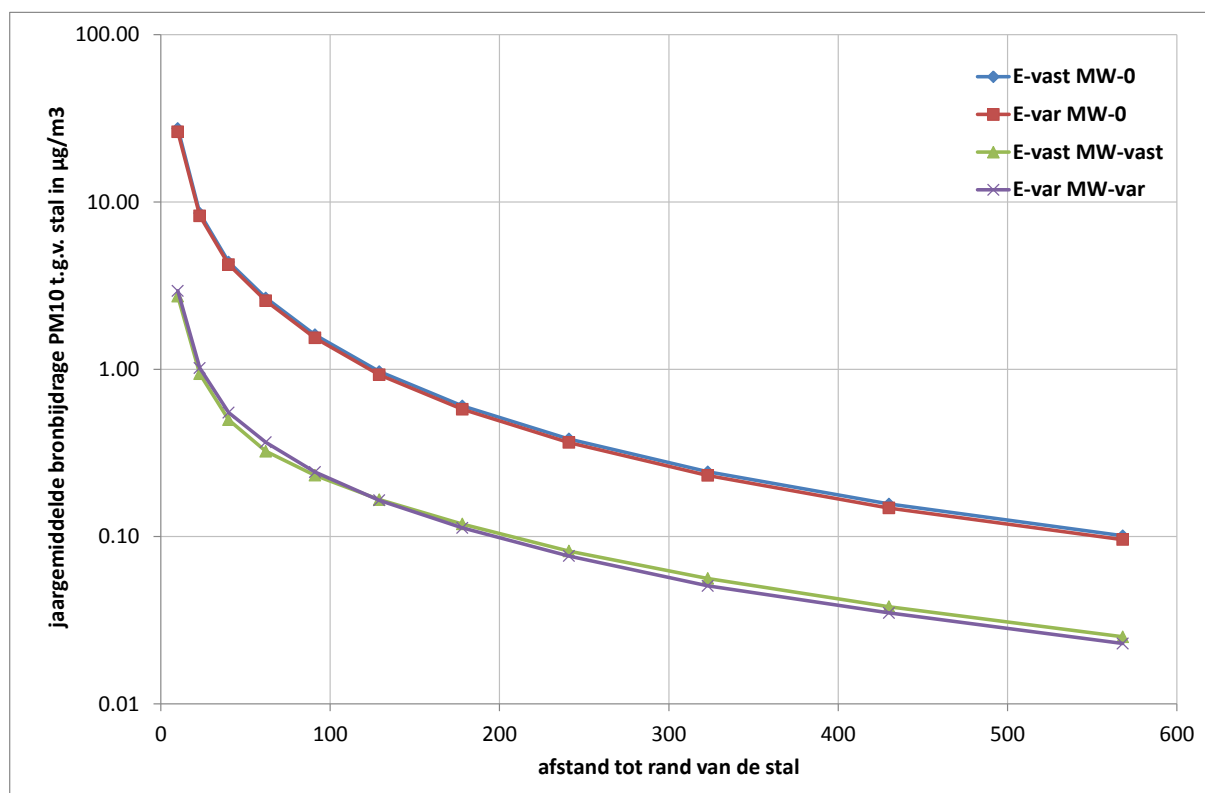
Scenario 1 is de berekeningswijze welke nu wordt toegepast in V-STACKS en ISL3a. In V-STACKS wordt overigens gebruik gemaakt van een versimpelde gebouwroutine in vergelijking met de 'NNM gebouwroutine', welke in ISL3a en STACKS is geïmplementeerd.

De resultaten kunnen als contourplots gegeven worden. Echter, omdat deze contourplots naar verwachting voor de meeste lezers geen snel en eenduidig overzicht van de resultaten geven, is gekozen om de resultaten vooral als lijngrafieken te presenteren. De receptorpunten voor de berekeningen zijn als ringen om de stal gelegd, zie bijvoorbeeld figuur 9. De afstand van de eerste ring tot de stalwanden bedraagt 10 meter. We nemen nu de gemiddelde berekende waarde per ring van receptorpunten en zetten deze per scenario uit tegen de afstand tot de stal. De Y-as is logaritmisch vanwege de snel afnemende concentraties en overschrijdingsdagen bij een toenemende afstand tot de bron.

5.1.1 Fijnstof

Figuur 12 geeft de berekende jaargemiddelde bronconcentratie. Te zien is dat wanneer gevarieerd wordt in de emissiesterkte (waarbij warmte emissie niet wordt meegenomen), de uitkomsten weinig (circa 5%) afwijken van de varianten met vaste emissiesterkte. De gemiddelde PM10 achtergrondconcentratie in het modelgebied bedraagt $27.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In dit voorbeeld overschrijdt de totale concentratie binnen de eerste 20 meter van de stal de norm van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Wanneer de warmte emissie wordt meegenomen heeft dit een zeer groot effect op de jaargemiddelde PM10 concentratie! Deze daalt met een factor tien direct naast de stal tot een factor vier op 500 meter afstand.

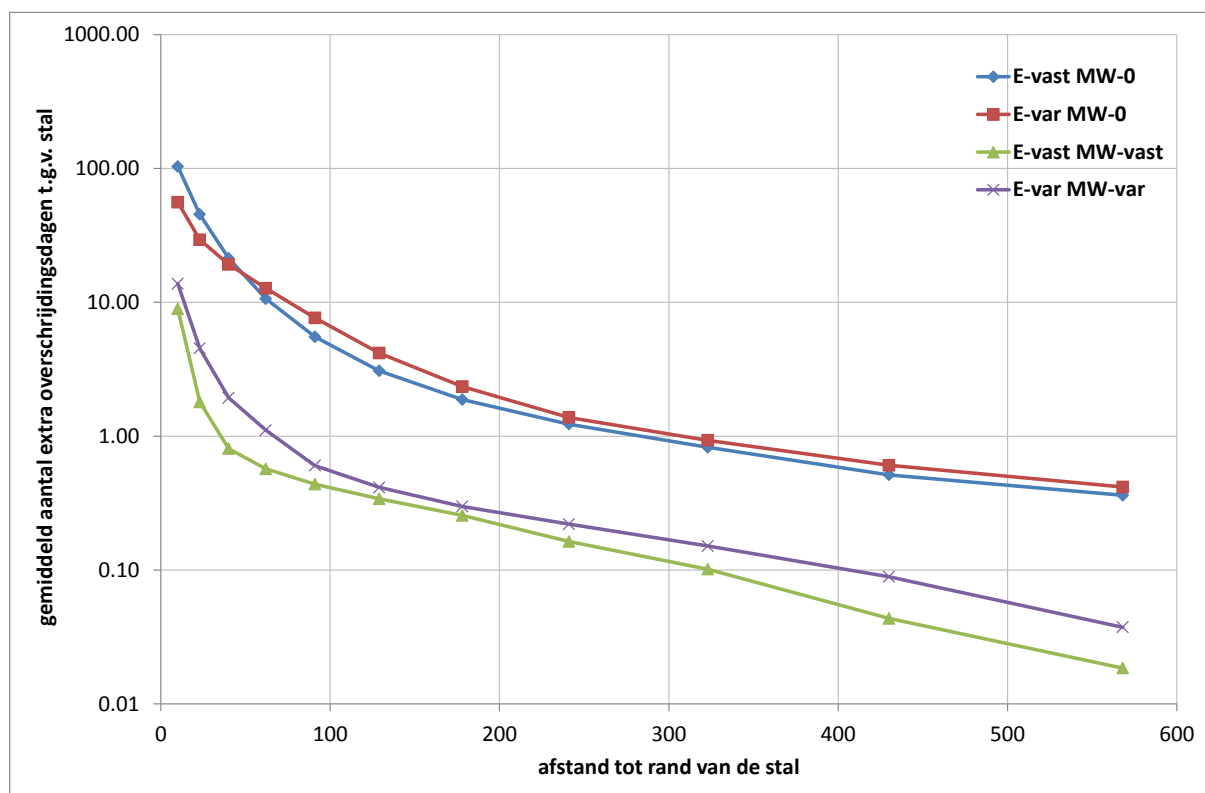


Figuur 12 Jaargemiddelde PM10 bronbijdrage uitgezet tegen de afstand tot de stal

We kijken vervolgens naar het aantal extra overschrijdingsdagen ten gevolge van de stal. Zie figuur 13. We zien nu een meer gedifferentieerd beeld dan bij figuur 12. Wanneer wordt gerekend met een variabele emissiesterkte (zonder warmte emissie), dan neemt het aantal extra overschrijdingsdagen dicht bij de bron af, maar vanaf ongeveer 50 meter afstand van de stal neemt het licht toe.

Het gemiddeld aantal overschrijdingsdagen ten gevolge van alleen de achtergrondconcentratie bedraagt in het modelgebied 23 dagen. In dit voorbeeld overschrijdt het (totale) aantal overschrijdingsdagen binnen de eerste 60 meter van de stal de norm van 35 dagen.

Wanneer warmte emissie wordt meegenomen neemt het aantal extra overschrijdingsdagen zeer sterk af vergeleken met de situatie zonder warmte emissie! Wanneer met een variabele warmte emissie wordt gerekend is deze daling iets minder groot. Contourplots van deze berekeningen voor het aantal extra overschrijdingsdagen zijn voor de volledigheid te vinden in Bijlage A. Dit geeft enig inzicht in de ruimtelijke verspreiding.



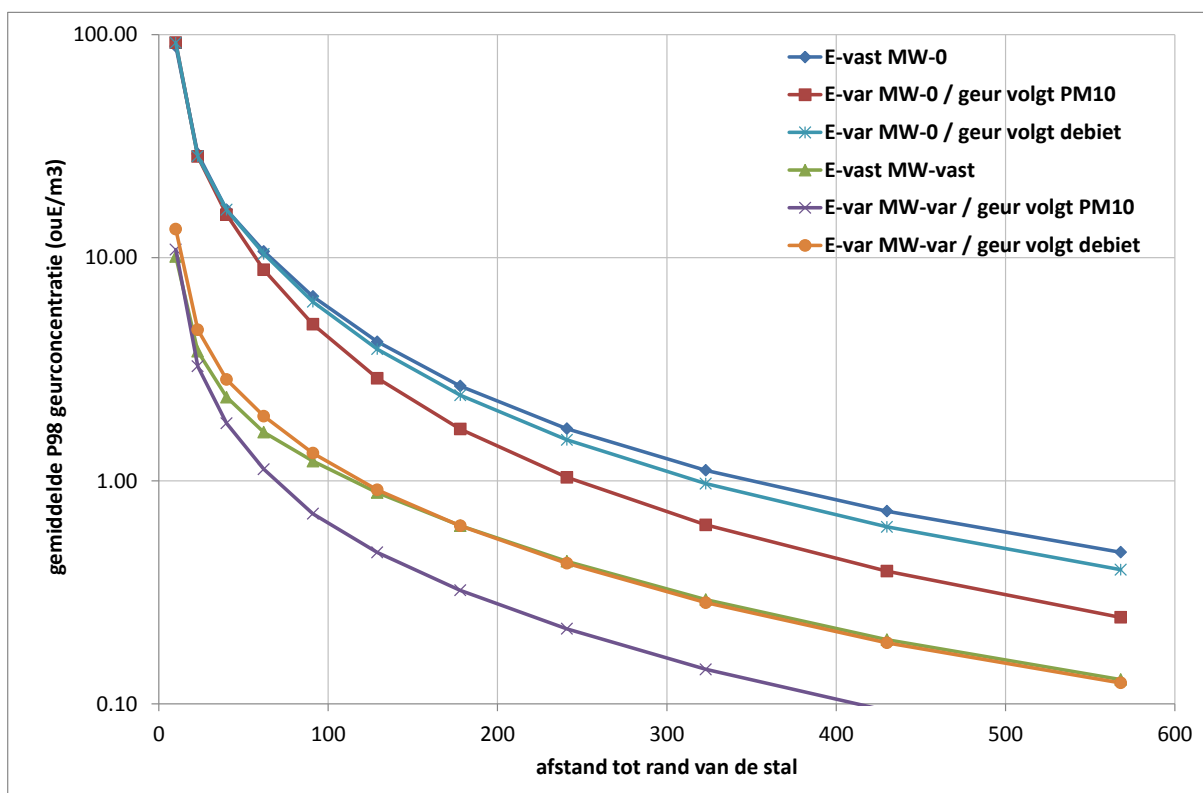
Figuur 13 Aantal extra PM10 overschrijdingsdagen ten gevolge van de stal, uitgezet tegen de afstand tot de stal

5.1.2 Geur

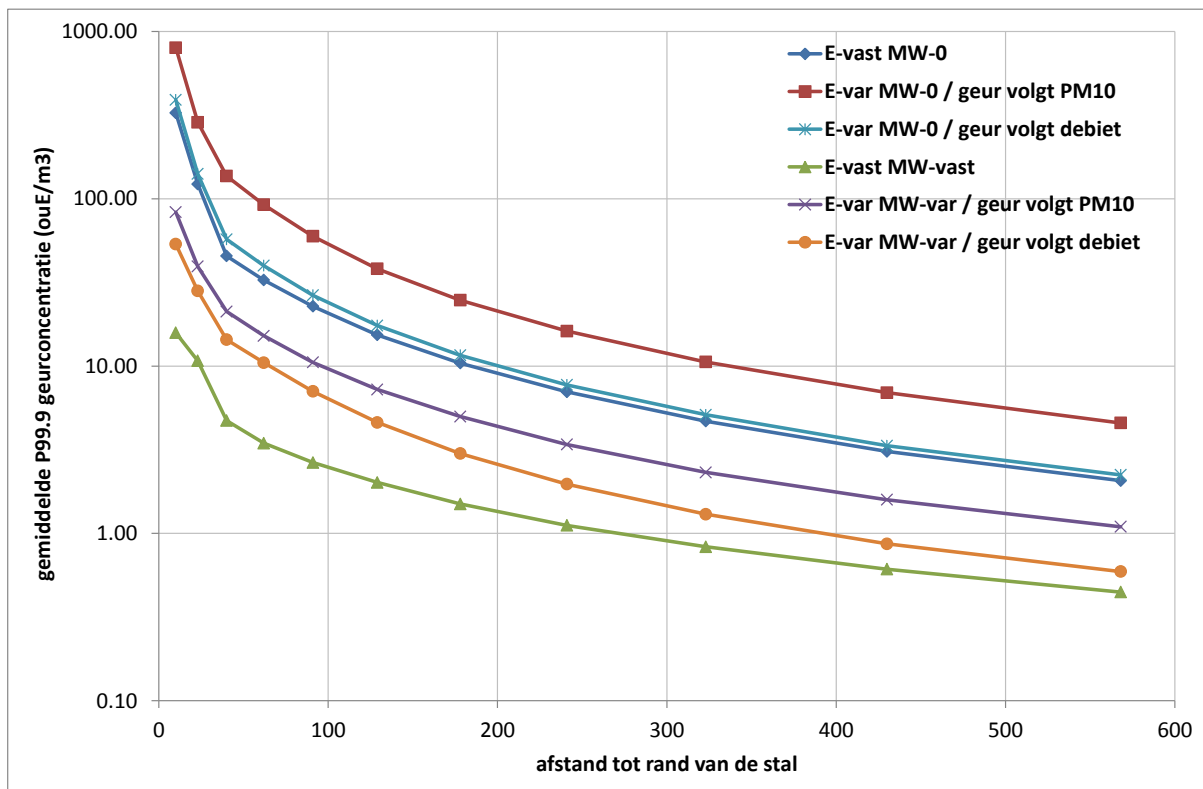
Voor de onder paragraaf 5.1 genoemde scenario's zijn 27 percentielwaarden en de jaargemiddelde concentratie berekend. In figuur 14 en 15 worden de resultaten voor het 98-percentiel en 99,9-percentiel (P98 en P99.9) getoond. Net als bij de PM10 berekeningen zien we dat de percentielwaarden sterk dalen wanneer de warmte emissie in de berekeningen wordt meegenomen.

De scenario's waarbij de geuremissie de fijnstof emissie volgt, of het debiet (zie paragraaf 2.1.2.3), geven verschillende uitkomsten. Voor P98 geeft 'geuremissie volgt debiet' hogere waarden, voor P99.9 geeft 'geuremissie volgt fijnstof emissie' hogere waarden. Wanneer we de geuremissie de PM10 emissie laten volgen (E-var MW-0 PM10 volgt PM10) dan levert dit voor P99.9 twee tot drie maal hogere waarden op dan in het 'standaardscenario' E-vast MW-0.

Als norm voor geurhinder ten gevolge van veehouderijen wordt in het buitengebied vaak 14 ouE/m^3 voor P98 aangehouden. In dit voorbeeld zou deze norm binnen de eerste 50 meter van de stal overschreden worden. Wanneer warmte emissie in de berekeningen wordt meegenomen zou er alleen vlak bij de uitstroomopening nog een overschrijding zijn.



Figuur 14 98-percentielwaarde voor geur uitgezet tegen de afstand tot de stal



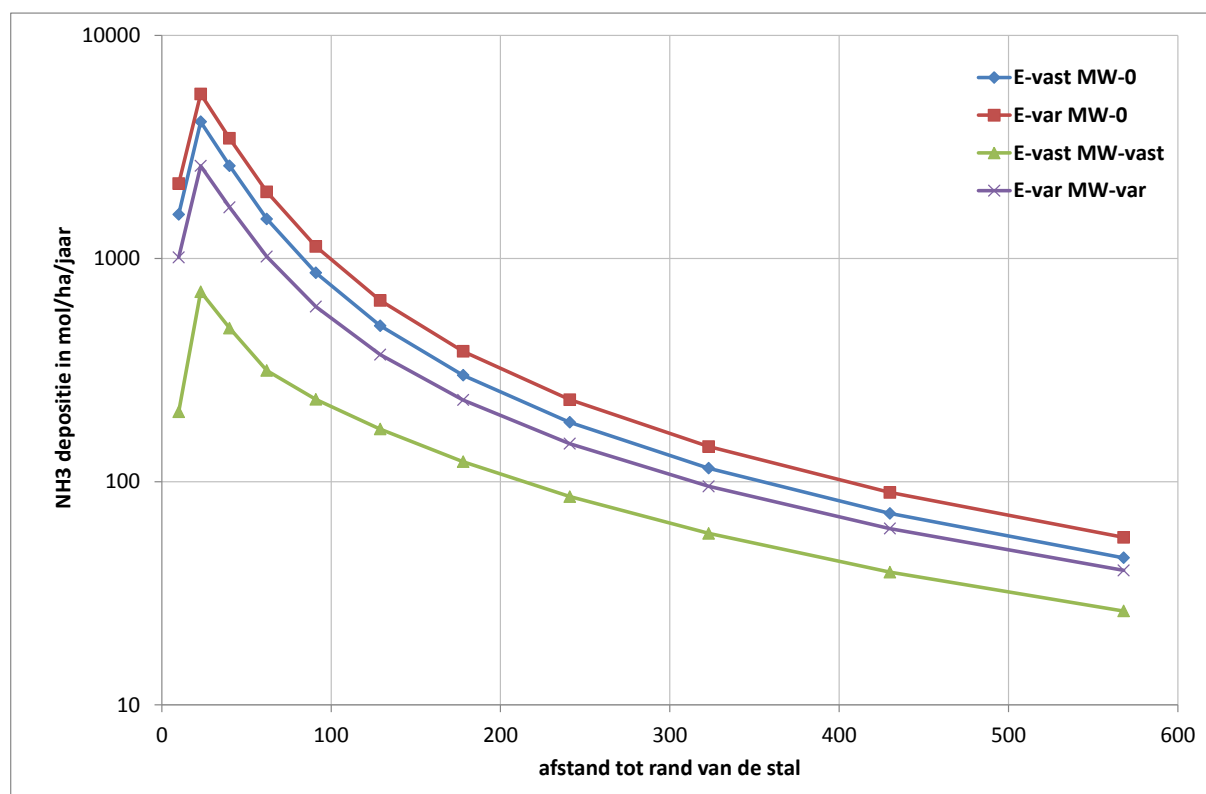
Figuur 15 99.9-percentielwaarde voor geur uitgezet tegen de afstand tot de stal

5.1.3 Ammoniak

Het effect van een variabele emissiesterkte en warmte emissie op de ammoniak depositie wijkt af van het effect op fijnstof of geur concentraties, zie figuur 16.

Wanneer er gevarieerd wordt in de emissiesterkte (en warmte emissie niet wordt meegenomen), dan ligt de hoeveelheid depositie 20% tot 30% hoger dan in de variant met een vaste emissiesterkte.

Wanneer de warmte emissie wel wordt meegenomen neemt de hoeveelheid depositie ook hier af, maar niet zo veel als het geval is bij de fijnstof- en geurconcentraties. Een vaste of een variabele warmte emissie geeft bij ammoniakdepositie bovendien grote verschillen. Wanneer er wordt gerekend met een variabele emissiesterkte en variabele warmte emissie dan ligt de berekende hoeveelheid depositie dicht bij de stal gemiddeld 35% lager dan in het standaardscenario (Evast MW0) en 5% lager op 1.5 km afstand van de stal. Dit (model)gedrag kan wellicht veroorzaakt worden doordat de effecten op concentratie en op de depositiesnelheid tegengesteld zijn. Depositie wordt immers berekend door het product van concentratie en depositiesnelheid te nemen. Binnen dit project is helaas geen ruimte deze verschillen nader te onderzoeken.²



Figuur 16 NH_3 depositie uitgezet tegen de afstand tot de stal.

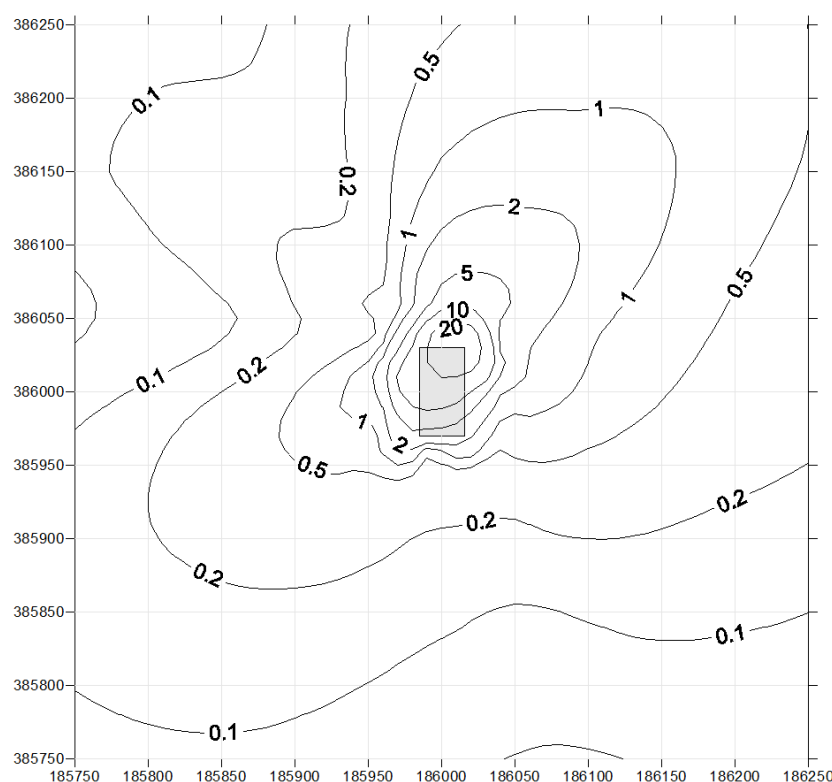
² In het AERIUS rekensysteem wordt vooralsnog evenmin gerekend met variabele emissies en wordt de warmte emissie en het effect op de pluimstijging vooralsnog genegeerd.

5.1.4 Variant met meerdere uitstroomopeningen

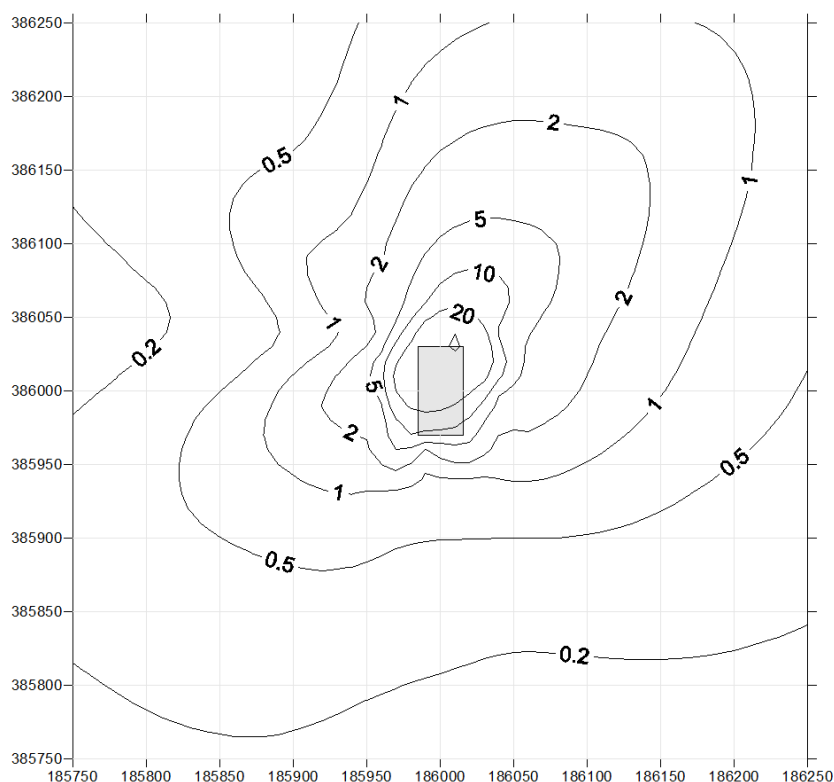
Wanneer we de emissie van de stal verdelen over drie openingen op de gevel in plaats van één opening dan heeft dat niet tot nauwelijks effect op de uitkomsten van de scenario's waarin de warmte emissie niet wordt meegenomen. Voor alle scenario's waarin warmte emissie wel wordt meegenomen geldt, zowel voor PM10 als voor geur, dat de berekende concentraties met ongeveer een factor twee omhoog gaan wanneer de emissie over drie openingen verdeeld wordt. Dat neemt niet weg dat het effect van het meenemen van warmte emissie nog steeds groot is. Waar dit bij één uitstroomopening (voor PM10) een factor 4 (op 500 meter afstand) tot 10 (dicht bij de bron) bedraagt, is dat bij drie uitstroomopeningen een factor 2 (op 500 meter afstand) tot 5 (dicht bij de bron). Op grotere afstand van de bron wordt het effect van het meenemen van warmte emissie kleiner. Op 2 kilometer van de stal met drie uitstroomopeningen is het verschil nog zo'n 35%.

Wanneer warmte emissie in de berekeningen wordt meegenomen volstaat het dus niet om de situatie op versimpelde wijze met één uitstroomopening te modelleren wanneer er in werkelijkheid meerdere uitstroomopeningen naast elkaar zijn.

We illustreren het verschil tussen één of drie uitstroomopeningen middels figuren 18 en 19.



Figuur 17 Contourplot P98 voor scenario E-var MW-var met één uitstroomopening



Figuur 18 Contourplot P98 voor scenario E-var MW-var met drie uitstroomopeningen

In tegenstelling tot de PM10 en geur concentraties neemt de hoeveelheid ammoniakdepositie juist toe wanneer met drie in plaats van één uitstroomopening wordt gerekend, en wel met 20% tot 30%. Niet duidelijk is wat hiervoor de reden kan zijn.

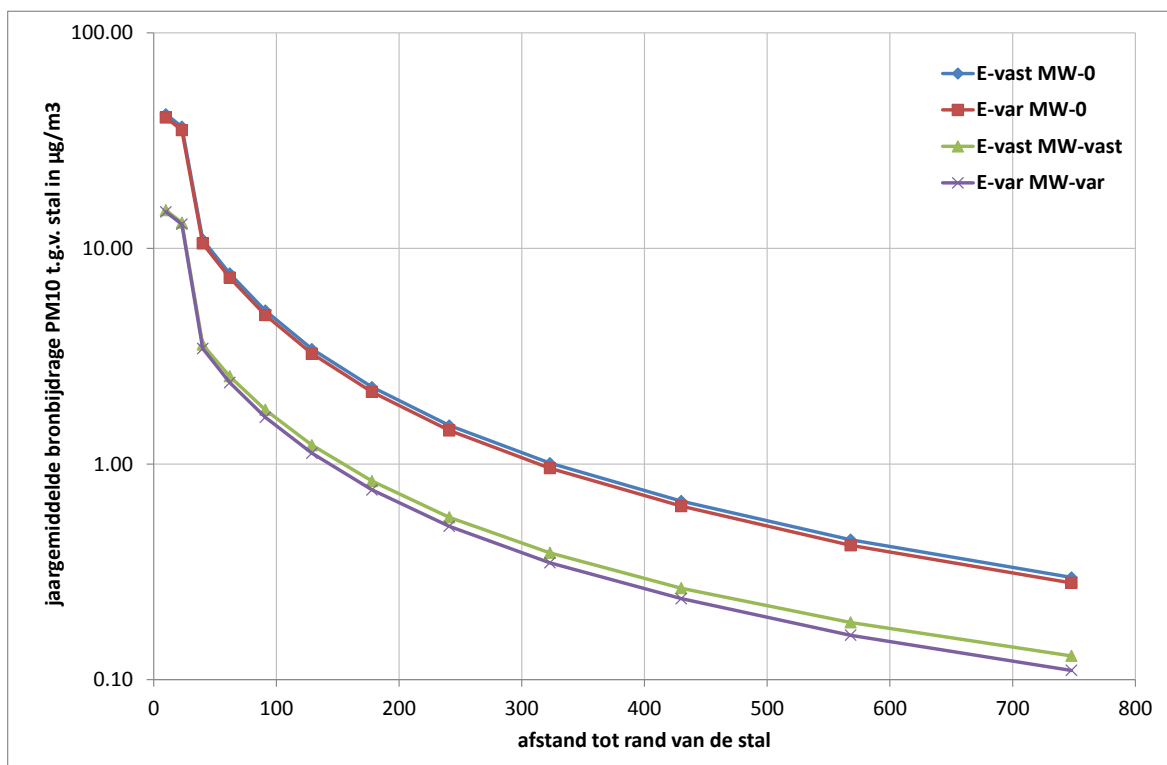
5.2 Vier stallen met in totaal 200.000 vleeskuikens

De resultaten van de berekeningen aan deze stallen laten hetzelfde beeld zien als de resultaten gepresenteerd in paragrafen 5.1.1 en 5.1.2. (zie figuren 19 t/m 22). Het is alleen zo dat de effecten van het meenemen van warmte emissie hier beperkter zijn vanwege het feit dat de warmte van 25.000 dieren uit één uitstroomopening komt terwijl dat voor de stal in paragrafen 5.1.1 en 5.1.2 per uitstroomopening 40.000 dieren betreft. Zie ook paragraaf 5.1.4.

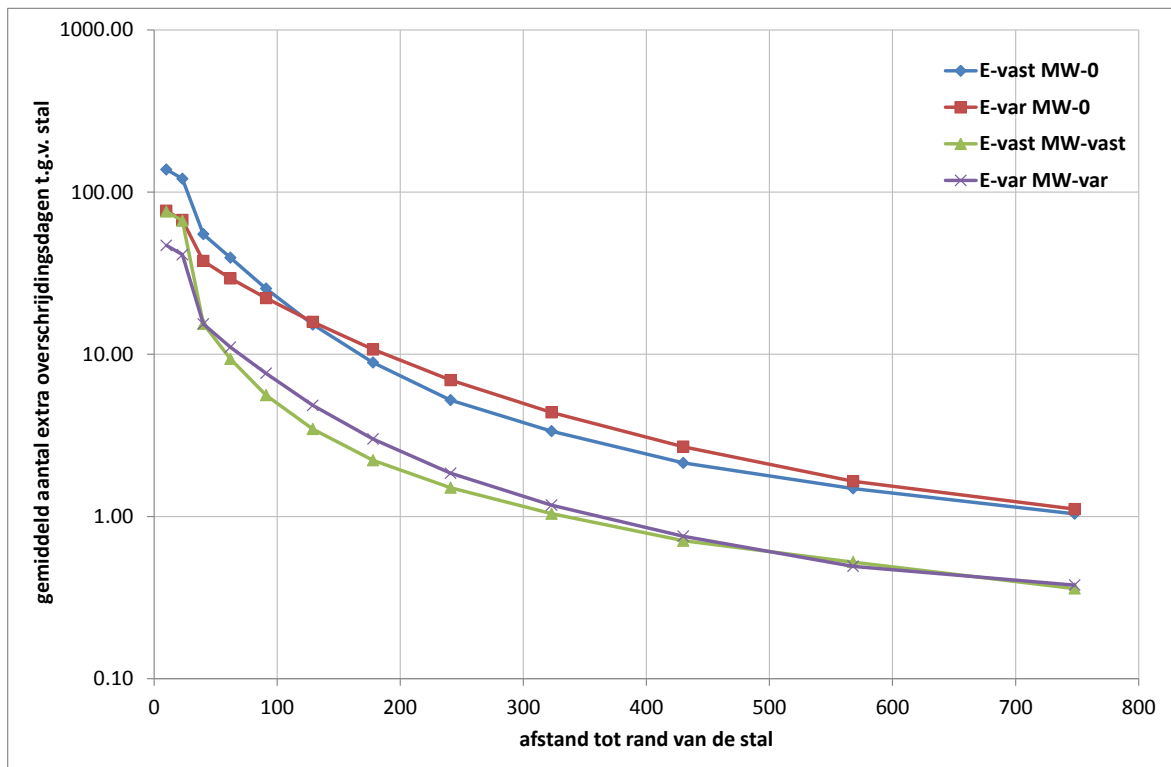
In deze praktijkcase overschrijdt de totale jaargemiddelde PM10 concentratie voor een gebied met een diameter van ongeveer 200 meter de norm van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De norm van het aantal overschrijdingsdagen (maximaal 35 keer per jaar $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) is echter kritischer. Deze wordt overschreden voor een gebied met een diameter van ongeveer 400 meter wanneer warmte emissie niet wordt meegenomen. Als de warmte emissie wel wordt meegenomen neem dit af tot een gebied met een diameter van ruim 200 meter, het gebied met een berekende overschrijding van de norm is dus een factor vier kleiner.

Als norm voor geurhinder ten gevolge van veehouderijen wordt in het buitengebied vaak 14 ouE/m^3 voor P98 aangehouden. In deze praktijkcase wordt deze norm overschreden voor een gebied met een diameter van ongeveer 350 meter wanneer warmte emissie niet wordt meegenomen. Als de warmte emissie wel wordt meegenomen neem dit af tot een gebied met een diameter van ongeveer 200 meter.

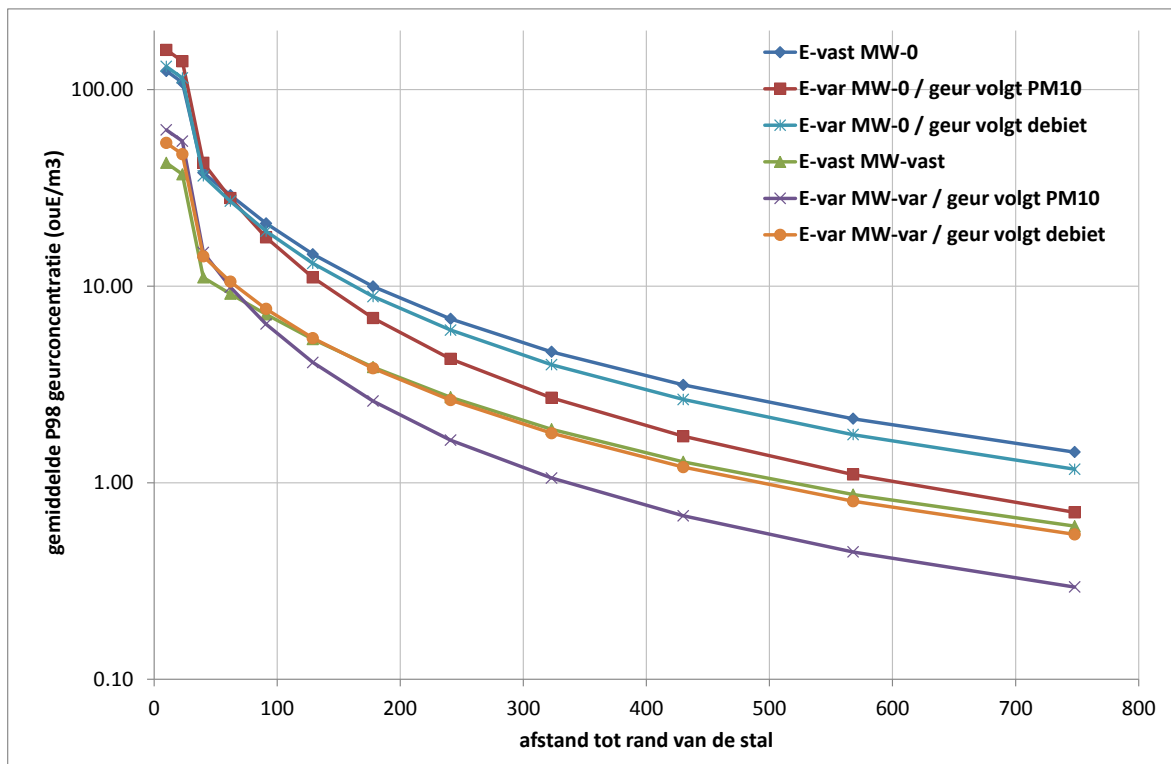
In Bijlage B worden contourplots gegeven van de jaargemiddelde PM10 concentratie, het aantal extra overschrijdingsdagen ten gevolge van de bron, en P98 voor geur.



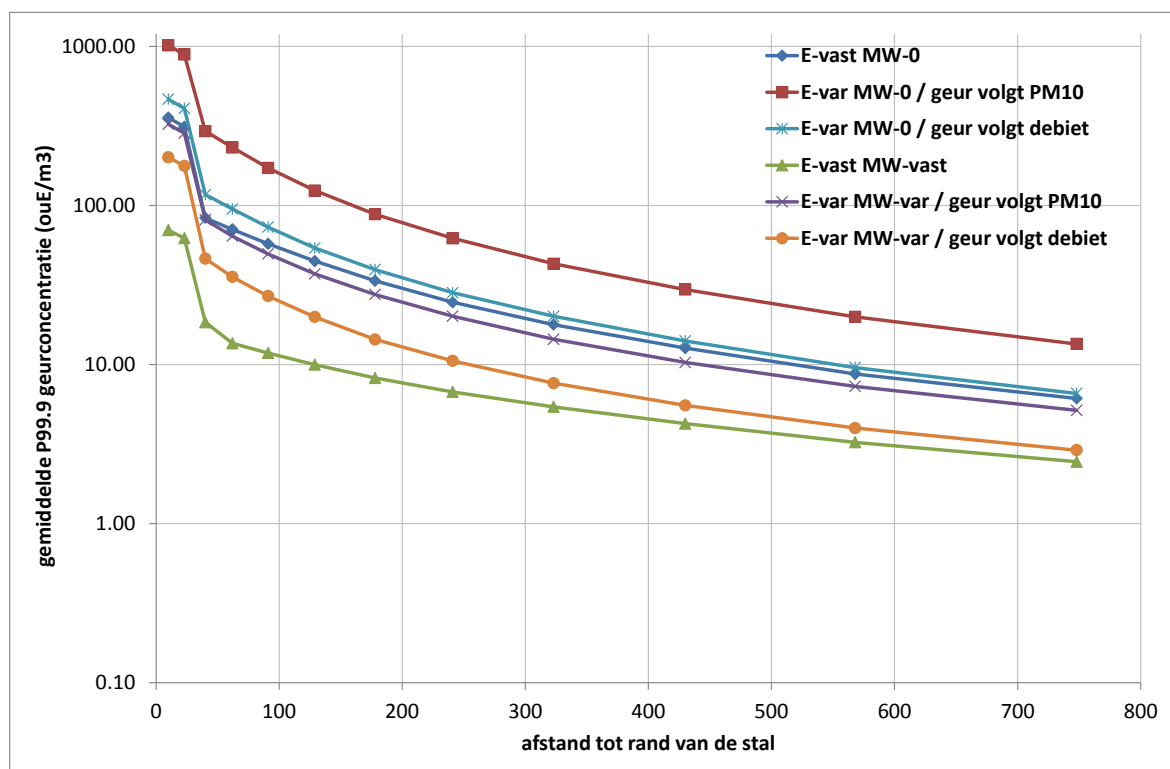
Figuur 19 Jaargemiddelde PM10 bronbijdrage uitgezet tegen de afstand tot de stal



Figuur 20 Aantal extra PM10 overschrijdingsdagen ten gevolge van de stal, uitgezet tegen de afstand tot de stal



Figuur 21 98-percentielwaarde voor geur uitgezet tegen de afstand tot de stal



Figuur 22 99.9-percentielwaarde voor geur uitgezet tegen de afstand tot de stal

6 RESULTATEN BEREKENINGEN LEGHENNEN

6.1 Stal met 30.000 leghennen

In deze paragraaf worden de resultaten van de berekeningen aan een leghennenstal met 30000 dieren gepresenteerd, waarvan de details zijn beschreven in paragraaf 4.1.

Er zijn voor de berekeningen aan stallen met vleeskuikens vier scenario's doorerekend:

1. met een vaste jaargemiddelde emissiesterkte, zonder warmte emissie (E-vast MW-0)
2. met een variabele emissiesterkte, zonder warmte emissie (E-var MW-0)
3. met een vaste jaargemiddelde emissiesterkte en vaste jaargemiddelde warmte emissie (E-vast MW-vast)
4. met een variabele emissiesterkte en variabele warmte emissie (E-var MW-var)

De aanduiding tussen haakjes wordt gebruikt in de grafieken in deze paragraaf ter aanduiding van de scenario's. Daarbij is er gevarieerd met:

- Componenten: PM10, ammoniak of geur
- Soorten ventilatie: nok of gevel

Scenario 1 (E-vast MW-0) is de berekeningswijze welke nu wordt toegepast in V-STACKS en ISL3a. In V-STACKS wordt overigens gebruik gemaakt van een versimpelde gebouwroutine in vergelijking met de ‘NNM gebouwroutine’, welke in ISL3a en STACKS is geïmplementeerd.

De resultaten kunnen als contourplots gegeven worden. Echter omdat deze contourplots naar verwachting voor de meeste lezers geen snel en eenduidig overzicht geven van de resultaten is gekozen om de resultaten als lijngrafieken te presenteren. De receptorpunten voor de berekeningen zijn als ringen om de stal gelegd, zie bijvoorbeeld figuur 9. De afstand van de eerste ring tot de stalwanden bedraagt 10 meter. We nemen nu de gemiddelde berekende waarde per ring van receptorpunten en zetten deze per scenario uit tegen de afstand tot de stal. De Y-as is logaritmisch vanwege de snel afnemende concentraties en aantal overschrijdingsdagen bij toenemende afstand tot de bron.

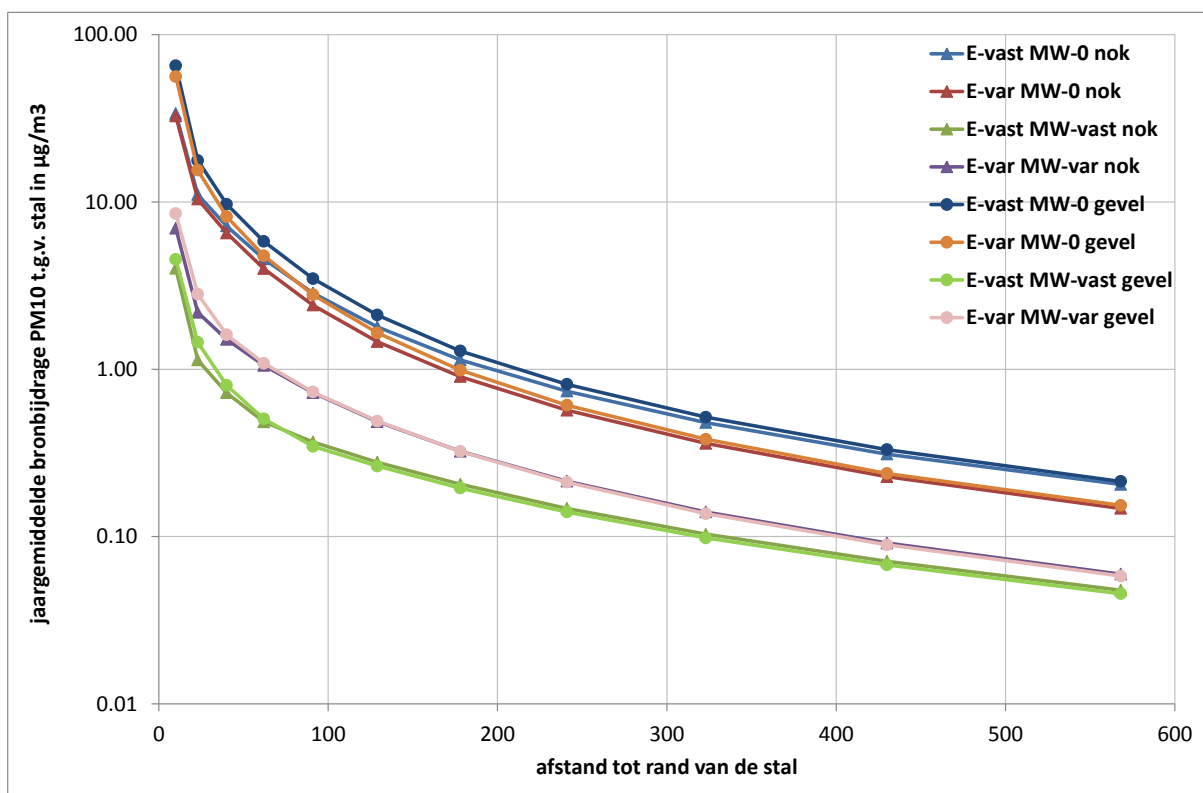
6.1.1 Fijnstof

In de berekeningen aan een stal met leghennen zijn steeds de varianten gevel- en nokventilatie doorgerekend, zie paragraaf 4.1. Dicht bij de stal is de PM10 bronbijdrage in de variant met gevelventilatie steeds hoger (maximaal het dubbele) dan in de variant met nokventilatie. Het hoger gelegen emissiepunt zorgt er namelijk voor dat de geëmitteerde lucht gemiddeld pas verderop aan de grond komt. Dit is vooral het geval wanneer in de berekeningen geen rekening wordt gehouden met gebouwinvloed, maar ook met inachtneming van gebouwinvloed is dit effect merkbaar. Wanneer warmte emissie in de berekeningen wordt meegenomen is het verschil tussen de gevel- en nok varianten beperkter (zowel absoluut als relatief) vanwege de pluimstijging. Voor alle scenario's geldt dat op 500 meter afstand het verschil in PM10 bronbijdrage tussen gevel- en nokventilatie is afgenomen tot minder dan 5%.

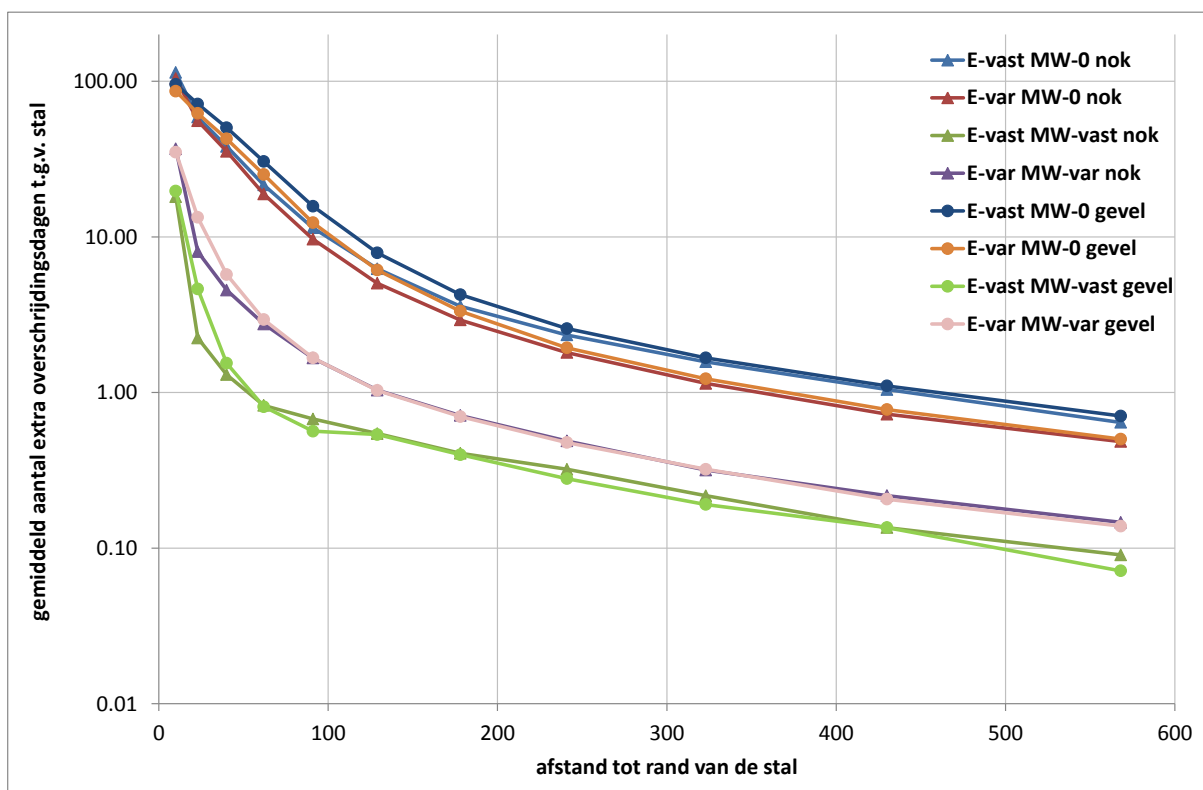
We zien, net als bij de berekeningen aan de vleeskuikenstal, dat het meenemen van de warmte emissie een groot effect heeft. De berekende concentraties dalen sterk.

In de scenario's waarbij warmte emissie niet wordt meegenomen ligt de jaargemiddelde PM10 concentratie lager in het scenario met variabele emissiesterkte vergeleken met het scenario met een vaste jaargemiddelde emissiesterkte. Dit verschil kan oplopen met de afstand tot de bron tot zo'n 25% op meer dan 500 meter. Bij de berekeningen aan de vleeskuikenstal was dit verschil maximaal 5%. Contourplots van deze twee scenario's zijn opgenomen in Bijlage C.

De gemiddelde PM10 achtergrondconcentratie in het modelgebied bedraagt $27.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In dit voorbeeld, met gevelventilatie, overschrijdt de totale concentratie binnen de eerste 40 meter van de stal de norm van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figuur 23 Jaargemiddelde PM10 bronbijdrage uitgezet tegen de afstand tot de stal



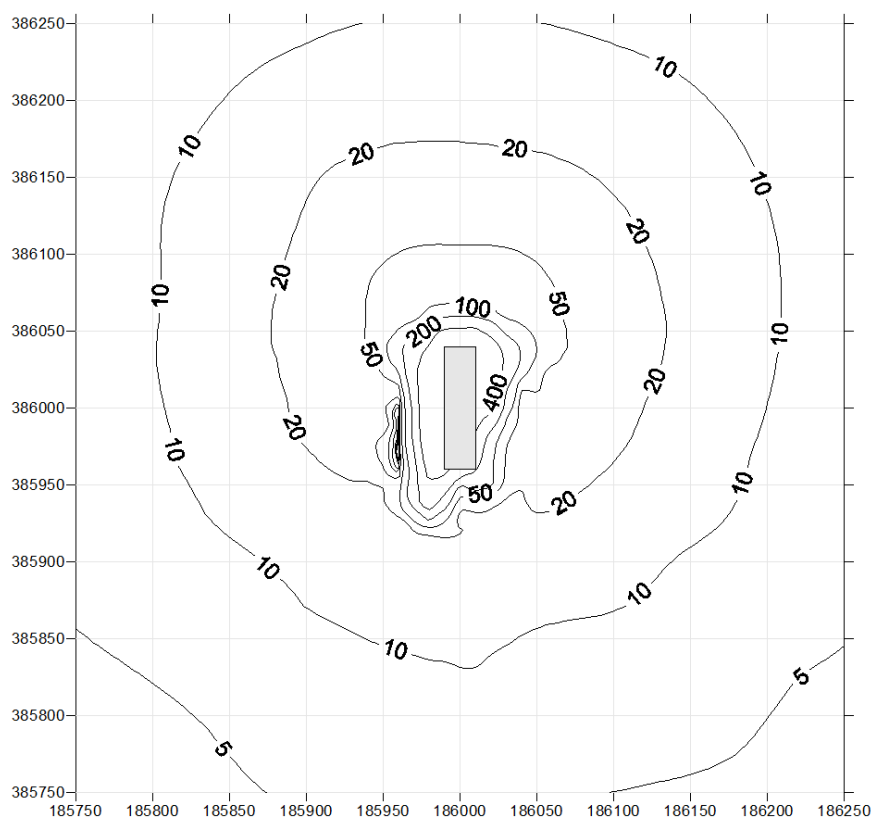
Figuur 24 Aantal extra PM10 overschrijdingsdagen ten gevolge van de stal, uitgezet tegen de afstand tot de stal

Wanneer we kijken naar het aantal extra overschrijdingsdagen ten gevolge van de stal (zie figuur 24) dan zien we hetzelfde beeld als bij de jaargemiddelde concentratie. Wanneer warmte emissie wordt meegenomen neemt het aantal extra overschrijdingsdagen zeer sterk af vergeleken met de situatie zonder warmte emissie. Wanneer met een variabele warmte emissie wordt gerekend is deze daling iets minder groot.

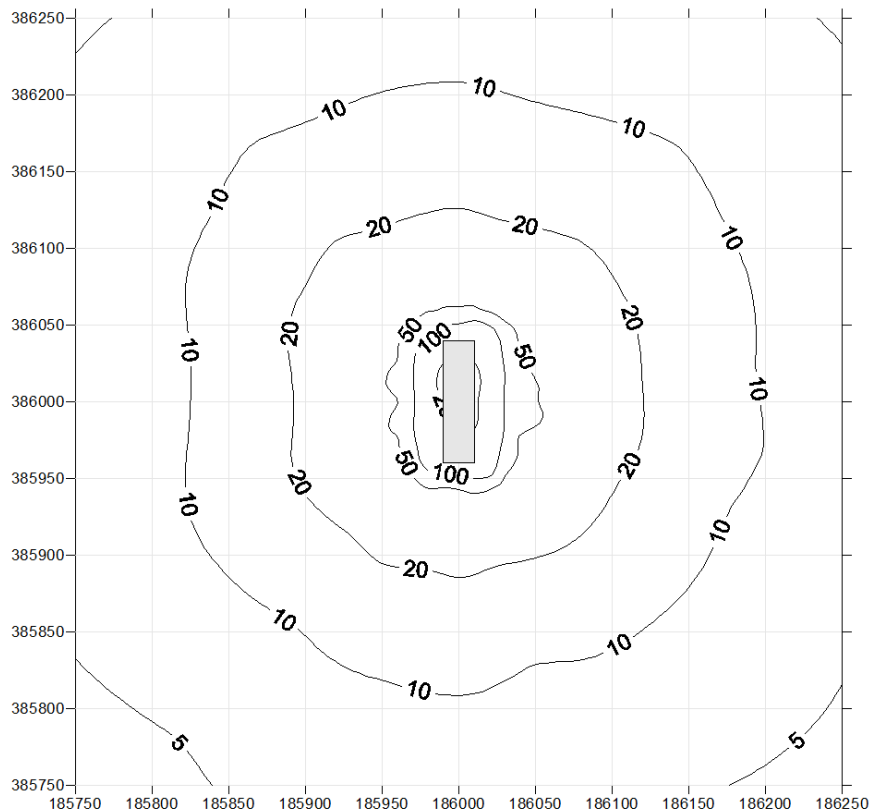
Het gemiddeld aantal overschrijdingsdagen ten gevolge van alleen de achtergrondconcentratie bedraagt in het modelgebied 23 dagen. In dit voorbeeld overschrijdt het (totale) aantal overschrijdingsdagen binnen de eerste 90 meter (nok ventilatie) tot 110 meter (gevel ventilatie) van de stal de norm van 35 dagen. Dit geldt voor het standaardscenario met een vaste jaargemiddelde emissiesterkte waarbij warmte emissie niet wordt meegenomen.

6.1.2 Geur

De resultaten van de geurberekeningen zijn vergelijkbaar met de PM10 berekeningen. De scenario's met gevelventilatie geven hogere waarden dan de scenario's met nokventilatie. De verschillen zijn het grootst voor de hoogste percentielwaarden dicht bij de bron, zie de contourplots van P99.9: figuren 25 en 26.



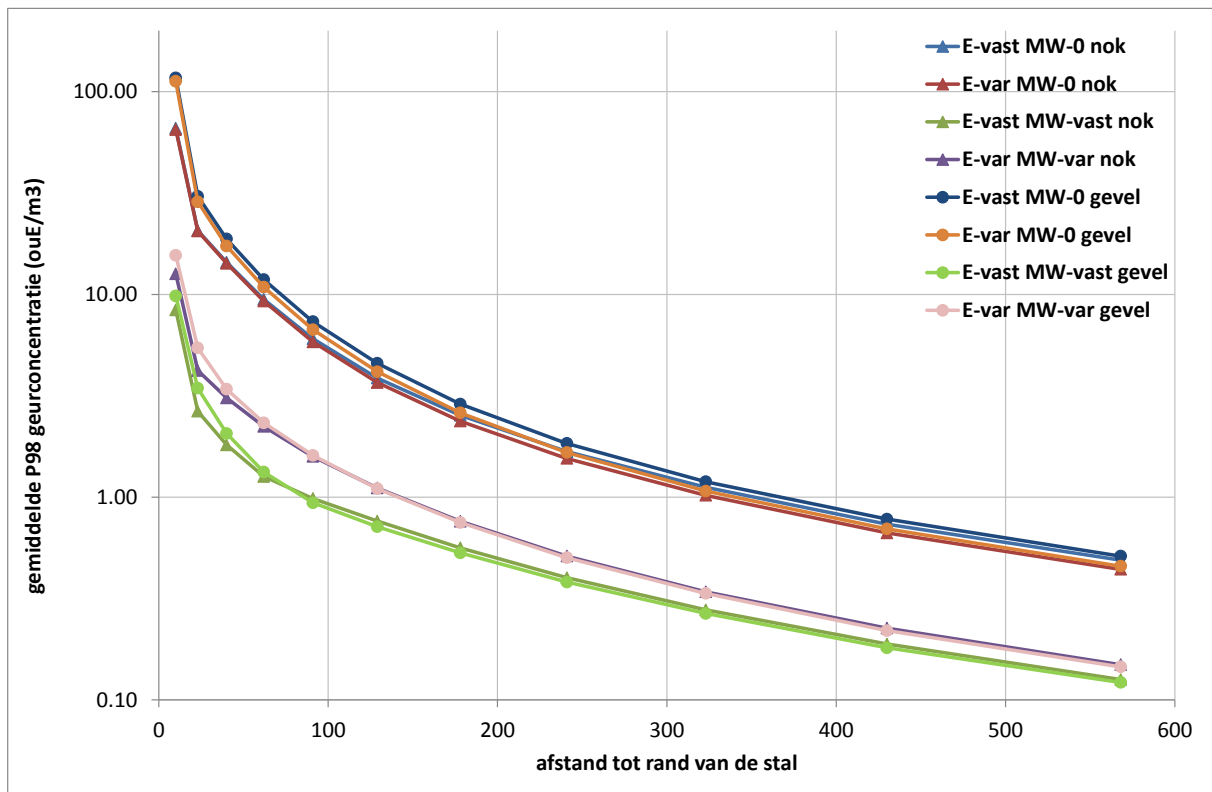
Figuur 25 Contourplot P99.9: scenario E-var MW-0 en gevel ventilatie.



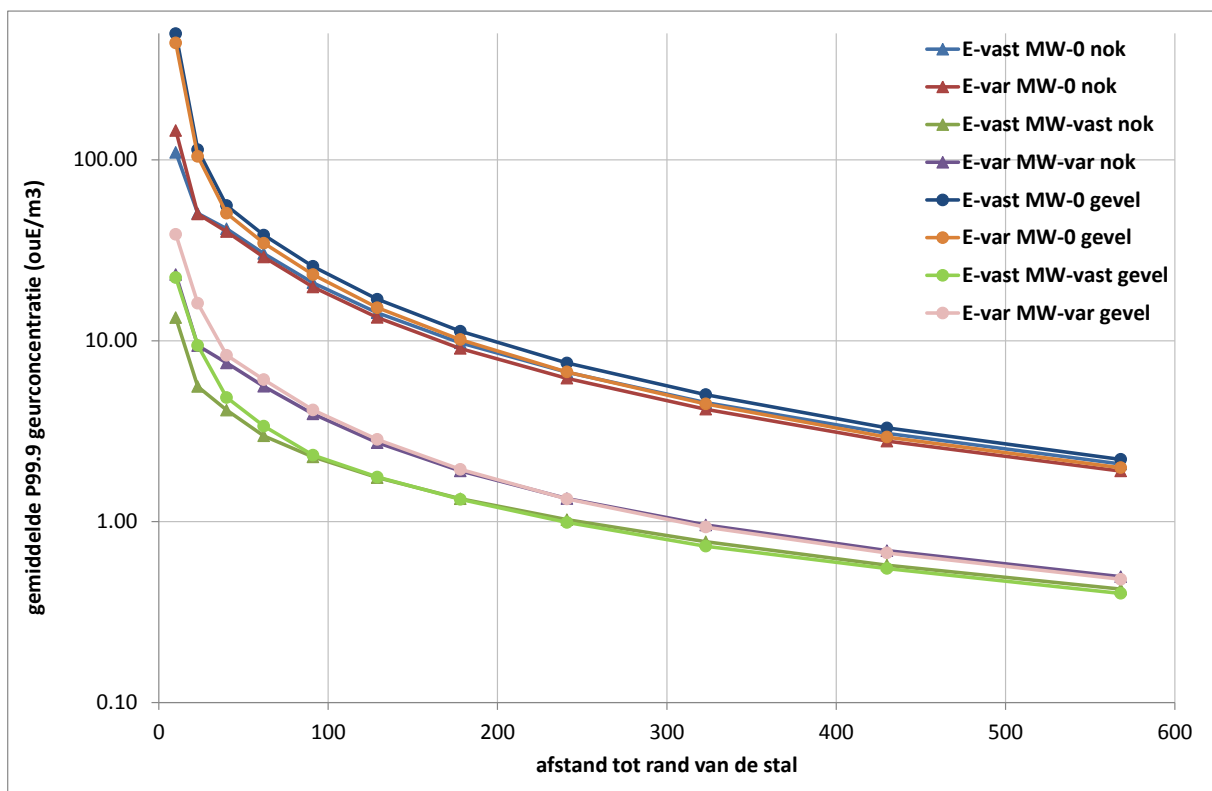
Figuur 26 Contourplot P99.9: scenario E-var MW-0 en nok ventilatie.

Ook hier geldt: wanneer warmte emissie wordt meegenomen nemen de percentielwaarden zeer sterk af vergeleken met de situatie zonder warmte emissie. Wanneer met een variabele warmte emissie wordt gerekend is deze daling iets minder groot.

De wijze waarop de geuremissie in de tijd is gemodelleerd is voor leghennen anders dan voor vleeskuikens, zie paragraaf 2.2.2.2. Het effect van een variabele geuremissie, zonder warmte emissie, is hier veel kleiner dan voor vleeskuikens. Alle percentielwaarden gaan iets omlaag wanneer met een variabele geuremissie wordt gerekend.



Figuur 27 98-percentielwaarde voor geur uitgezet tegen de afstand tot de stal

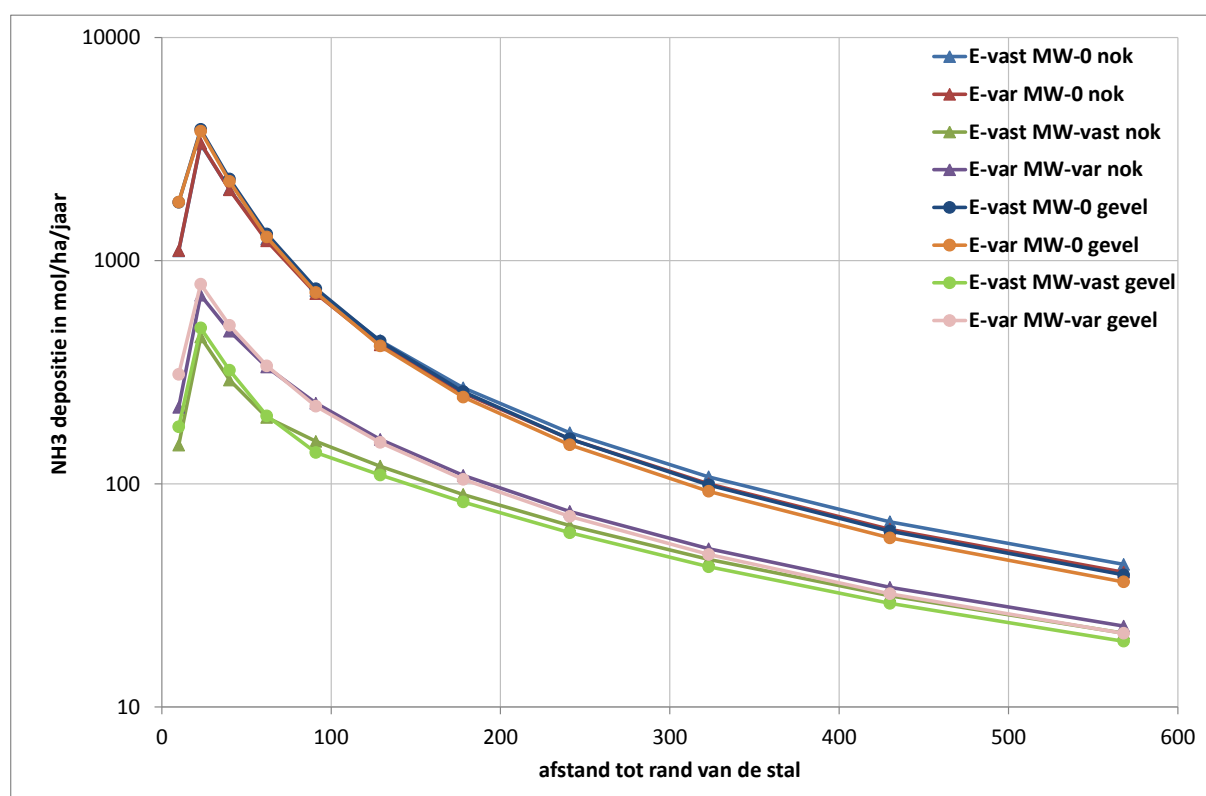


Figuur 28 99.9-percentielwaarde voor geur uitgezet tegen de afstand tot de stal

6.1.3 Ammoniak

Dicht bij de stal is de hoeveelheid ammoniakdepositie in de scenario's met gevelventilatie iets hoger (maximaal 40%) dan in de variant met nokventilatie. Het kantelpunt ligt ongeveer bij 100 meter afstand van de stal. Op grotere afstanden van de bron is de ammoniak depositie in de scenario's met nokventilatie enigszins hoger: tot 15% op 2km afstand van de stal.

We zien, net als bij de concentratieberekeningen voor PM10 en geur aan de vleeskuikenstal, dat het meenemen van de warmte emissie een groot effect heeft. De berekende concentraties dalen sterk (een factor 5 dicht bij de stallen tot maximaal een factor 2 op 500 meter afstand), zie ook figuur 29. Dit is effect is groter dan bij de depositieberekeningen voor ammoniak aan de vleeskuikenstal, waar de verschillen in de orde van een factor 2 a 3 liggen.



Figuur 29 NH₃ depositie uitgezet tegen de afstand tot de stal.

7 DISCUSSIE EN CONCLUSIES

Het al dan niet meenemen van warmte emissie in de verspreidingsberekeningen uit stalgebouwen heeft een groot effect op de berekende concentraties, zowel jaargemiddeld als uur- en daggemiddelde. Voor vleeskuikens neemt de jaargemiddelde PM10 concentraties af met een factor tien vlak bij de bron (gevelventilatie) tot een factor vier op 500 meter afstand. Ook de afname van het aantal overschrijdingsdagen bij PM10, die toegerekend kunnen worden aan de bron, is significant wanneer de warmte emissie wordt meegenomen. Dit aantal dagen neemt ook af met een factor vijf tot tien.

Voor de overschrijdingsdagen hangt het effect natuurlijk af van het absolute niveau van de PM10 concentraties. Als er geen overschrijdingsdagen zijn in de ‘standaard’ situatie, neemt dit aantal natuurlijk niet af in de doorerekende varianten. Omdat gekozen is voor locatie in oost Brabant met een grote voorbelasting (hoog PM10 niveau) is de afname van het aantal overschrijdingsdagen grofweg evenredig met de afname in het jaargemiddelde (dit is namelijk ook de basis van de rekenmethodiek in SRM1 en SRM2).

Voor leghennen is het effect van het meenemen van warmte emissie bijna net zo groot. Ook bij de berekende geurconcentraties zien we een vergelijkbare afname van de concentraties wanneer warmte emissie wordt meegenomen.

Het effect van een variabele emissiesterkte, waarbij de warmte emissie verwaarloosd wordt, is beperkt. Bij vleeskuikens is de afname van de jaargemiddelde PM10 concentratie zo’n 5 %, bij leghennen is dit toch nog maximaal 25%.

De mate waarop geuremissie uit stallen in de tijd plaats vindt is niet helemaal duidelijk. De geuremissie is niet zomaar te linken aan de ammoniakemissie, daartegen zijn teveel bezwaren aan te voeren. Hiervoor is meer onderzoek nodig. In het onderhavige onderzoek zijn voor vleeskuikens daarom twee varianten doorerekend 1) geuremissie volgt de PM10 emissie en 2) geuremissie volgt ventilatiedebiet. Voor de eerste variant geldt dat de berekende waarden van het 98-percentiel tot een factor twee kunnen dalen vergeleken met uitkomsten wanneer met een vaste jaargemiddelde geur missie wordt gerekend, en de waarden van de hoogste percentielwaarden (zoals P99.9) kunnen toenemen met een factor drie. De tweede variant geeft uitkomsten die slechts weinig afwijken van de uitkomsten wanneer met een vaste jaargemiddelde geur missie wordt gerekend. Dit is begrijpelijk als we bedenken dat de emissievariatie in het eerste geval veel groter is.

Wanneer warmte emissie niet wordt meegenomen in de berekeningen kunnen meerdere uitstroomopeningen op één gevel als één uitstroomopening worden gemodelleerd. Dit heeft dan nauwelijks effect op de uitkomsten. Het zo gedetailleerd mogelijk modelleren van de uitstroomopeningen wordt echter wel belangrijk wanneer warmte emissie wordt meegenomen. Het effect van het meenemen van warmte emissie wordt kleiner wanneer meerdere uitstroomopeningen worden gemodelleerd. Voor vleeskuikens neemt echter ook dan de jaargemiddelde PM10 concentratie

nog af met een factor vijf vlak bij de bron tot een factor twee op 500 meter afstand. Ook bij de berekende geurconcentraties zien we een vergelijkbare gevoeligheid voor het aantal uitstroomopeningen.

In de huidige verspreidingsmodellen (ISL3a, V-STACKS, AagroSTACKS) wordt gebruik gemaakt van een jaargemiddelde constante emissie en wordt de warmte-emissie verwaarloosd. Dit geeft conservatieve uitkomsten, vooral vanwege het verwaarlozen van de warmte emissie. Maar ook de veelgebruikte 98-percentielwaarde voor geur wordt tot een factor twee overschat bij het gebruik van een jaargemiddelde constante emissie in plaats van een fluctuerende emissie.

Het is een gerechtvaardigde vraag of rekenmodellen op dit ogenblik de processen die spelen bij stalgebouwen (vooral met horizontale uitstroming, maar ook bij nokventilatie) voldoende goed beschrijven wanneer verwarmde lucht geëmitteerd wordt. In eerdere rapportages voor Ministerie I&M (KEMA, 2012a) is de vraag opgeworpen of de gehanteerde de pluimstijgformules wel zonder meer kunnen toegepast bij lage bronnen. De formules zijn namelijk vooral getoetst aan hoge (grote) bronnen. Nu is het zo, dat bij de berekeningen aan de stallen, zoals hier gedaan, de pluimstijgformules worden gebruikt die uit windtunnelstudies zijn afgeleid. Maar deze situaties betroffen steeds geïdealiseerde situaties, terwijl er in praktijk soms bomensingels en andere gebouwen het pluimgedrag kunnen beïnvloeden. Bovendien behoeft (in nachtelijke situaties) de beschrijving van de atmosfeer wat meer detail voor lage bronnen (de grondinversie wordt nu nauwelijks meegenomen in de rekenmodellen). De beschrijving van het gebouweffect zelf is in 2012 onderwerp van studie geweest (KEMA, 2012b), daaruit kwam naar voren dat de gebouwmodule op enkele punten verbetering behoeft. Ten slotte is het de vraag of bij de horizontale uitstroming bij lengteventilatie de ventilatielucht wel in de lijwervel achter een stal wordt opgenomen. Een uittreesnelheid van 0.4 m/s (bedoeld om de pluimstijging te onderdrukken) is in veel gevallen niet erg realistisch: een waarde van 8 m/s lijkt meer in de buurt van de werkelijkheid te komen. Uit verkennende windtunnelexperimenten lijkt deze ventilatie-uitstroming zich weinig van de lijwervel aan te trekken en schiet er dwars doorheen, waardoor het verspreidingspatroon toch anders kan worden dan het model veronderstelt. Echter, wanneer er een afschermende kap over de uitstroomopening is geplaatst, is een lage waarde voor de uittreesnelheid weer wel realistisch. Als we dit allemaal bij elkaar beschouwen is het sterk aan te bevelen om – juist voor stallen! – de modelbeschrijving te verifiëren en dan te verbeteren en/of uit te breiden. De verschillen zoals in dit rapport aangetoond zijn te groot om te negeren. Het beste is bij echte stallen metingen te doen met rook of tracers. Als alternatief kan ook literatuurstudie in combinatie met windtunnelexperimenten de opgeworpen vragen beantwoorden.

Hoewel hier alleen kippen zijn beschouwd, kunnen de effecten ook bij andere diercategorieën optreden; indien vooral de warmte-emissies en de variaties daarin een vergelijkbaar beeld geven als bij de hier beschouwde dieren. Bij varkenshouderijen zullen de effecten minder zijn, omdat het ventilatieregime daar naar verwachting leidt tot lagere warmte-emissies.

Samenvattend kan het volgende geconcludeerd worden:

1. Uit modelberekeningen met variabele emissies van PM10, geur en ammoniak in plaats van een vaste jaaremissie, volgt dat het rekening houden met de werkelijk optredende variaties voor geur een verschil van een factor 2 à 3 kan opleveren in het 98-percentiel. Voor PM10 en ammoniak zijn de verschillen niet groot (in de jaarwaarden).
2. Deze verschillen zijn er alleen indien de geuremissie een vergelijkbaar variatiepatroon kent als de PM10-emissie. Of dit zo is in praktijk, moet nog uitgezocht worden.
3. De warmte emissie die vrijkomt uit stallen (ventilatielucht is warmer dan de buitenlucht) maakt dat de stoffen in de atmosfeer een stukje stijgen. Uit de modelberekeningen volgt dat de berekende concentraties veel lager kunnen zijn als warmte emissie wordt meegenomen. Met ander woorden: de berekende PM10- geur- en ammoniak concentraties kunnen worden overschat als de warmte emissie niet wordt verrekend (zoals nu de praktijk is).
4. Of pluimstijging ten gevolge van warmte emissie bij stallen zich in werkelijkheid gedraagt zoals de modellen beschrijven is niet zeker. Het is sterk aan te bevelen hierover uitsluitel te krijgen door hetzij een onderzoek bij echte stallen uit voeren, hetzij een beperkte reeks windtunnelmetingen te doen aan relevante situaties.

8 REFERENTIES

Estelles, F., Calvet, S., Ogink, N.W.M. (2010). Effects of diurnal emission patterns and sampling frequency on precision of measurements methods for daily ammonia emissions from animal houses. Published in Biosystems Engineering 107 (2010) 16-24.

Hofschreuder, P., Ogink, N.W.M., Mosquera, J. (2012). Overschrijdingsberekeningen van fijnstofnormen rond pluimveestallen: effect van variabele stofemissie en warmte uitstoot. Wageningen UR: Livestock research group.

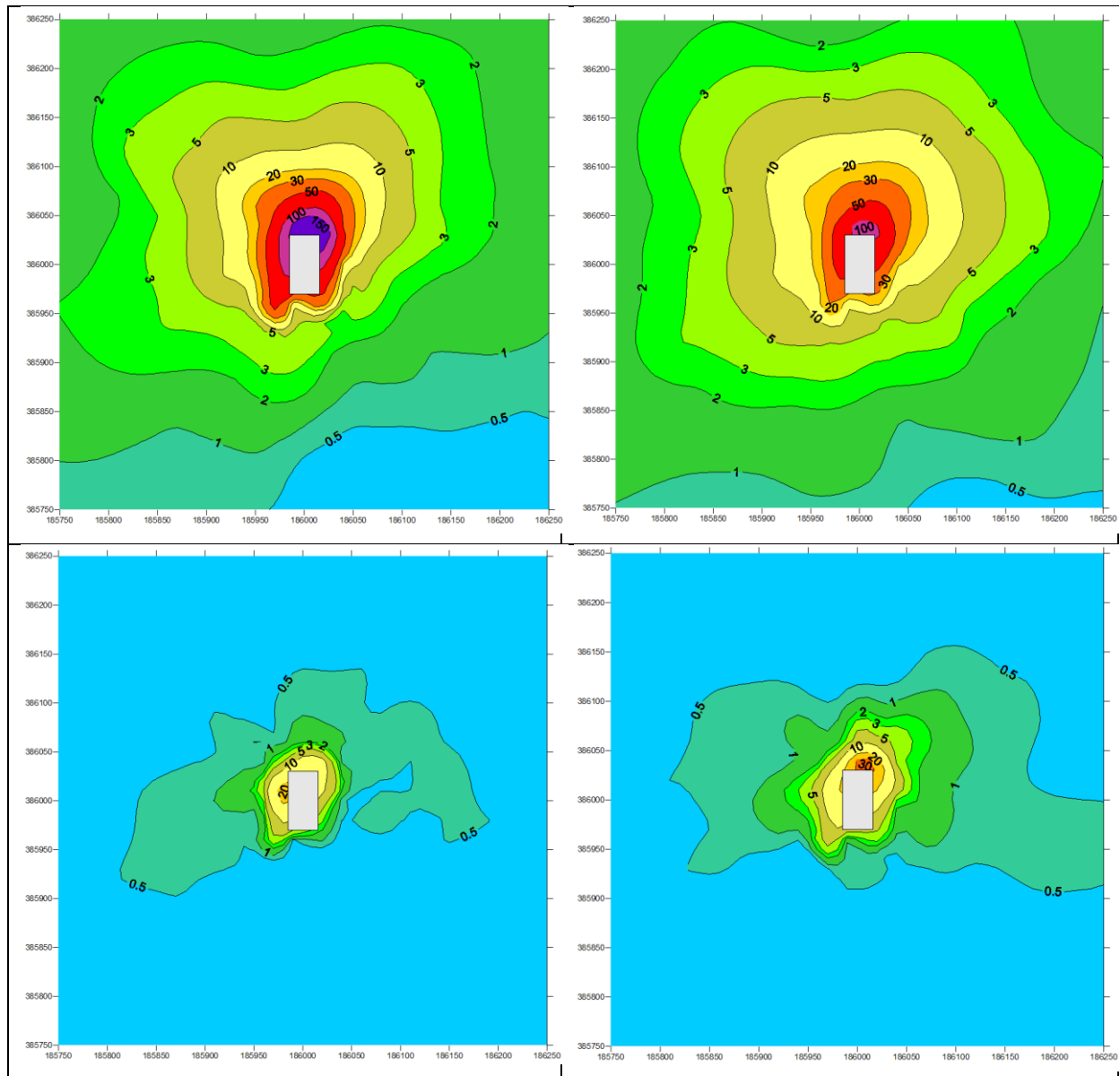
Hol, J.M.G., Mosquera, J., Harn J. van, Veldkamp T. (2007). Ammoniak- en geuremissie uit een vleeskuikenstal voorzien van de ScanFeeder met beluchting.

KEMA, 2012a. Harmonisatie meteo-preprocessing KEMA rapport nummer 74101345-CES/ECS 12-7434, september 2012.

KEMA, 2012b. Herijking gebouwroutine: een analyse, validatie en voorstellen tot verbetering. KEMA rapport nummer 74101268-CES/ECS 12-7432.

Mosquera, J., Winkel A., Dousma F., Lovink E., Ogink N.W.M., Aarnink A.J.A. (2011). Fijnstofemissie uit stallen: leghennen in scharrelhuisvesting. Rapport 279. Wageningen UR: Livestock research group.

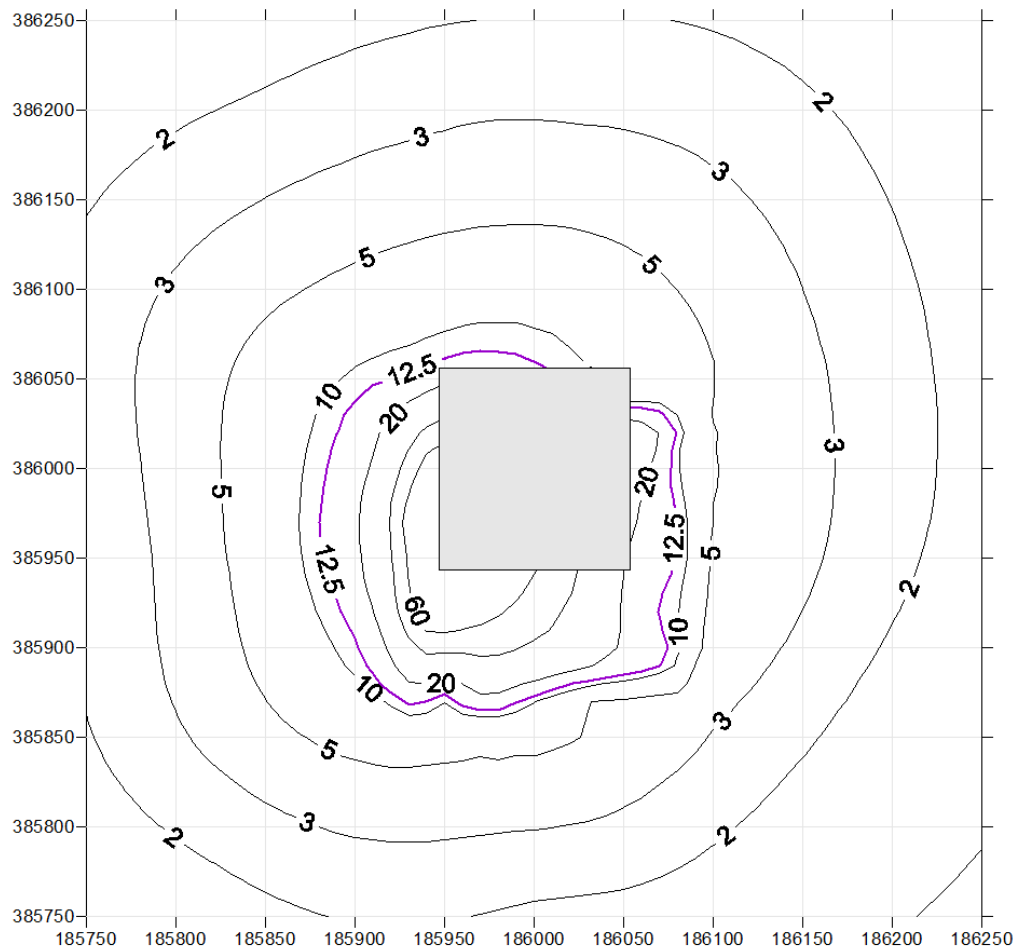
BIJLAGE A CONTOURPLOTS BEREKENING 40.000 VLEESKUIKENS



Aantal extra PM10 overschrijdingsdagen ten gevolge van een vleeskuikenstal met 40.000 dieren, zie paragraaf 5.1.1. Links boven scenario E-vast MW-0. Rechts boven scenario E-var MW-0. Links onder scenario E-vast MW-vast. Rechts onder scenario E-var MW-var.

Het aantal overschrijdingsdagen ten gevolge van de achtergrondconcentratie bedraagt in het modelgebied (omgeving Deurne) 23. Bij een aantal van 12 extra overschrijdingsdagen ten gevolge van de stal wordt de norm van 35 overschrijdingsdagen per jaar dus overschreden.

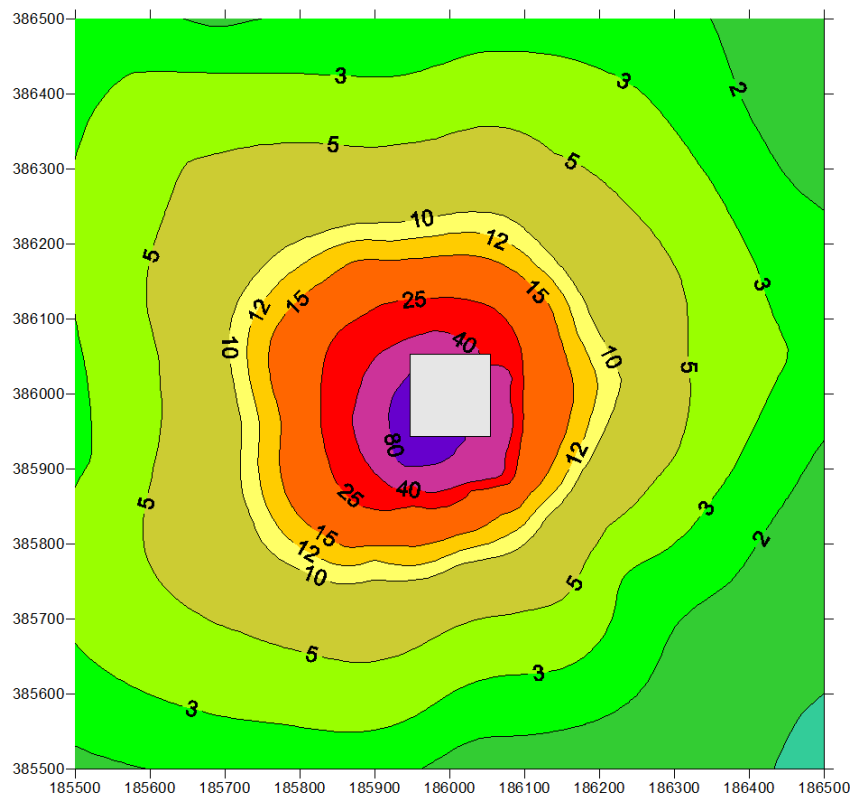
BIJLAGE B CONTOURPLOTS BEREKENING 200.000 VLEESKUIKENS



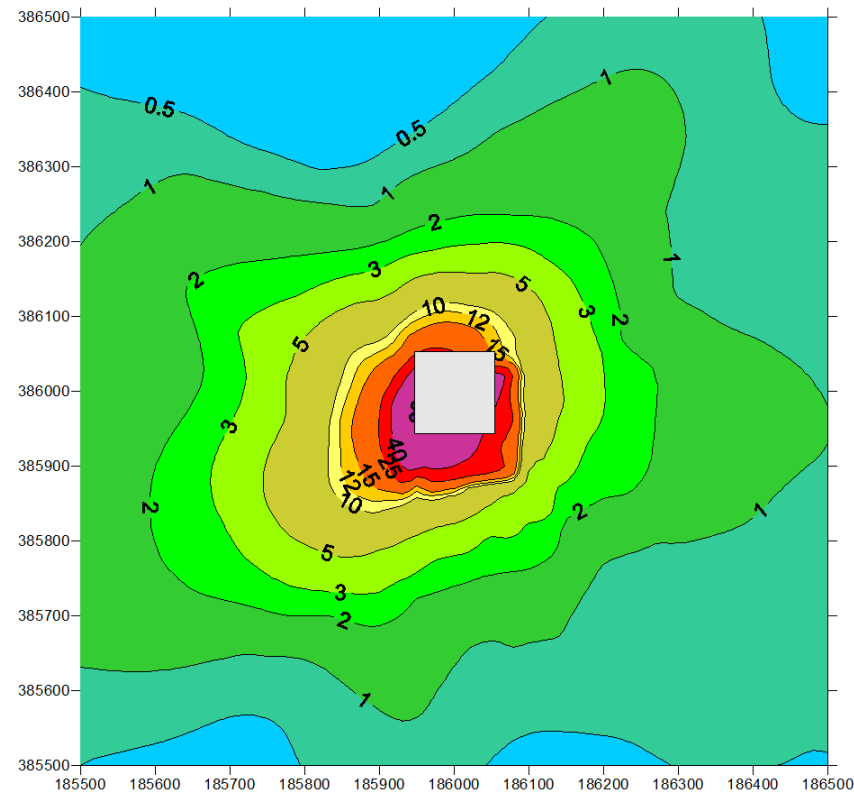
Jaargemiddelde bronbijdrage PM10 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in het scenario E-var MW-0

De achtergrondconcentratie in het modelgebied bedraagt $27.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Een toename van de jaargemiddelde PM10 concentratie met $12.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (aangegeven door de paarse lijn) leidt dus tot een overschrijding van de norm van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

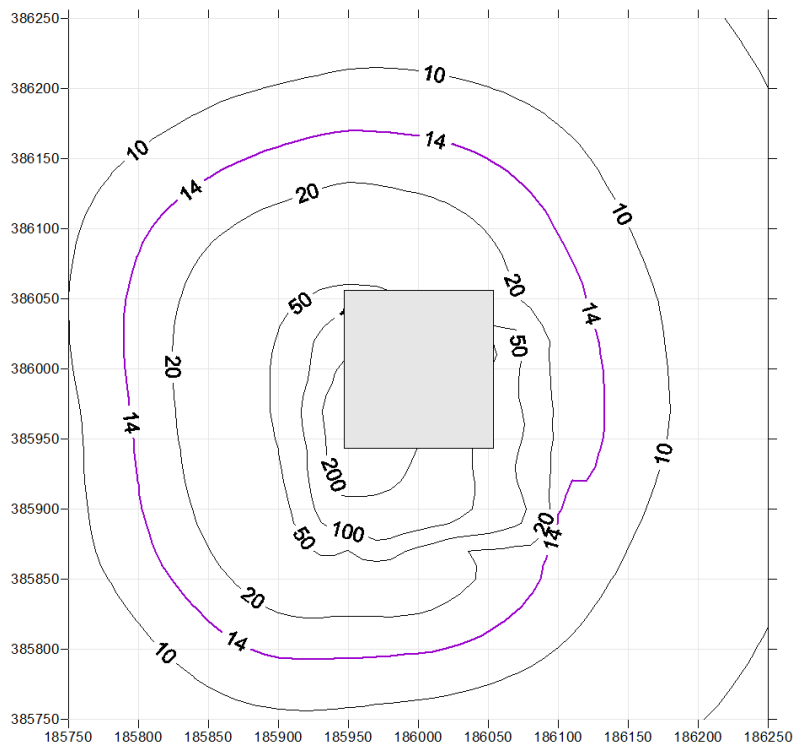
Het aantal overschrijdingsdagen ten gevolge van de achtergrondconcentratie bedraagt in het modelgebied 23. Bij een aantal van 12 extra overschrijdingsdagen ten gevolge van de stal wordt de norm van 35 overschrijdingsdagen per jaar dus overschreden, zie volgende twee figuren.



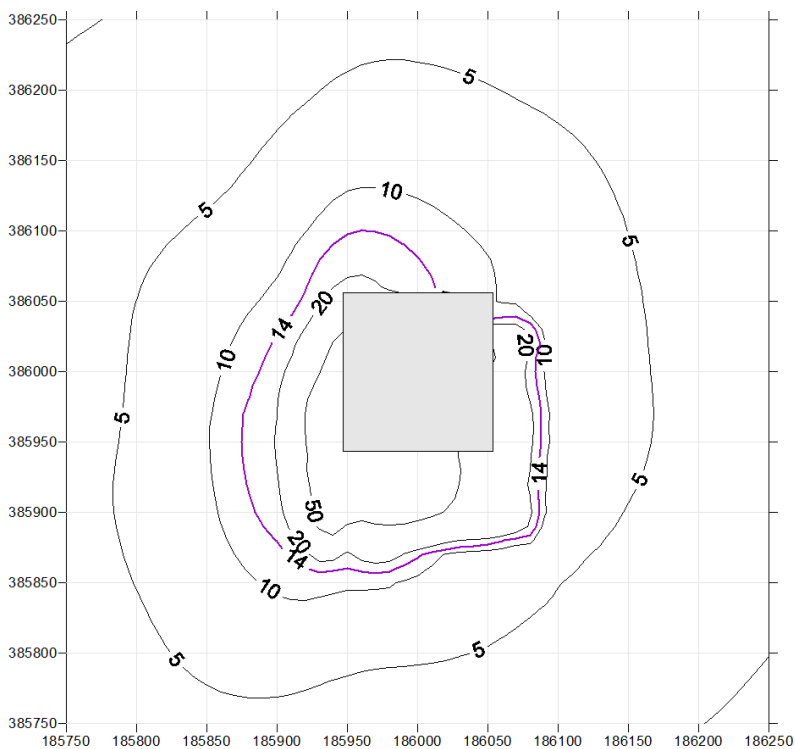
Aantal extra PM10 overschrijdingsdagen ten gevolge van een vleeskuikenstal met 200.000 dieren in het scenario E-var MW-0.



Aantal extra PM10 overschrijdingsdagen ten gevolge van een vleeskuikenstal met 200.000 dieren in het scenario E-var MW-var.

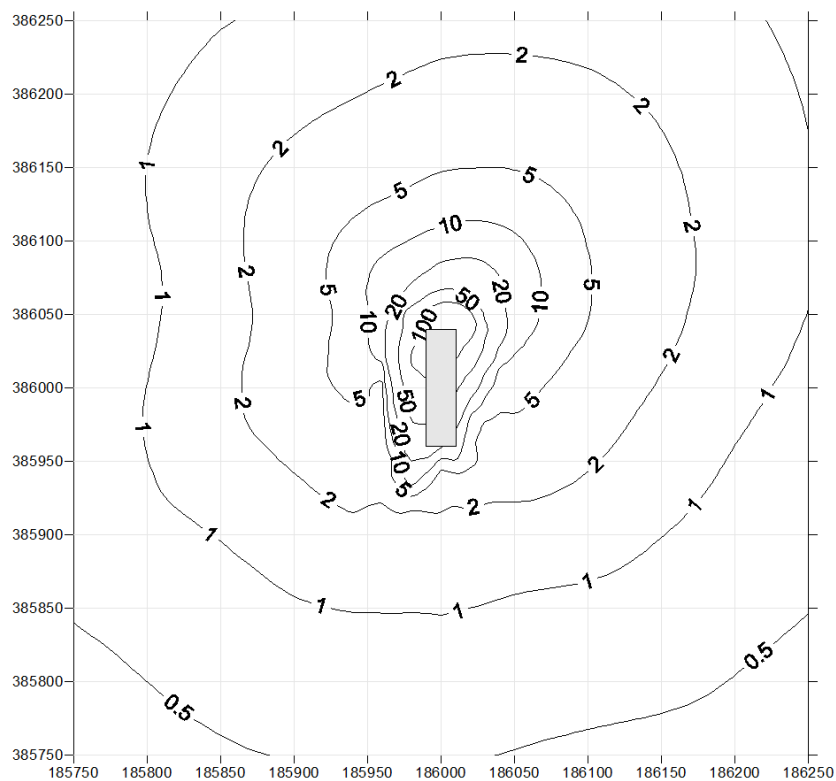


P98 ten gevolge van een vleeskuikenstal met 200.000 dieren in het scenario E-var MW-0 waarbij de geuremissie het debiet volgt.

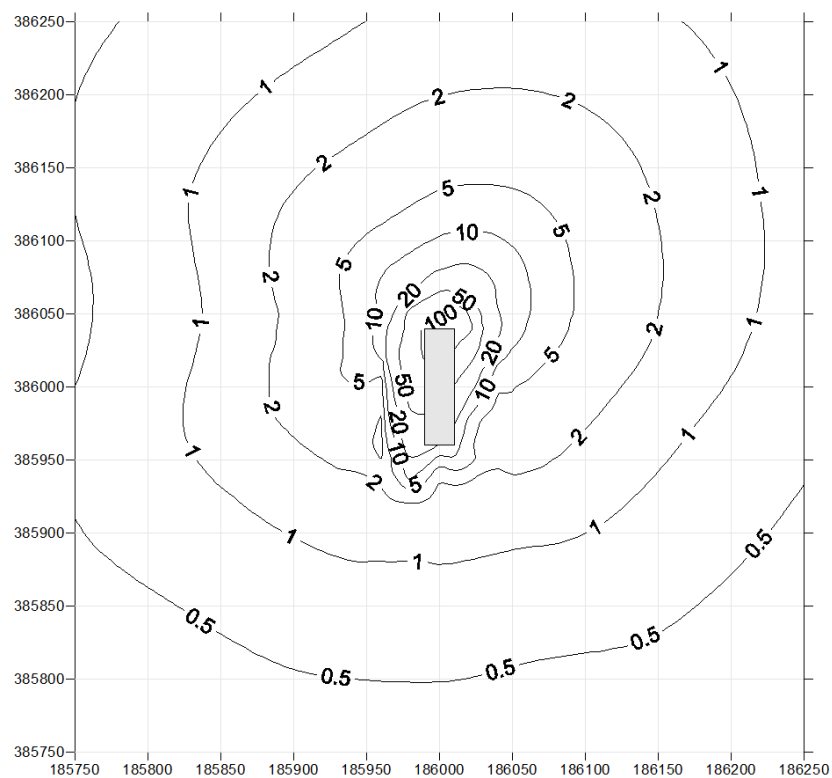


P98 ten gevolge van een vleeskuikenstal met 200.000 dieren in het scenario E-var MW-var waarbij de geuremissie het debiet volgt.

BIJLAGE C CONTOURPLOTS BEREKENING 30.000 LEGHENNEN



Jaargemiddelde PM10 bronbijdrage (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) voor het scenario E-vast MW-0



Jaargemiddelde PM10 bronbijdrage (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) voor het scenario E-var MW-0