Endotoxine niveaus in VGO gebied

Rapport 2019R003

22 mei 2019

ErbrinkStacks Consult
Graaf van Rechterenweg 15
6961BN Oosterbeek
M. 06 5131 3650
info@erbrinkstacks.nl
www.erbrinkstacks.nl

Inhoud

Inhoud **3**

Samenvatting **4**

1. Inleiding **5**

2. Aanpak **5**

3. Invoergegevens en uitgangspunten **6**

1.1 Ruwheid 6

1.2 Rekenpunten 6

4. Resultaten **8**

6.1 70 x 70 km raster 8

6.2 Bewoners punten 9

5. Conclusies **17**

Bijlage A: Conturplots 70 x 70 gebied, oplopende fijn stof emissie reductie **19**

Samenvatting

In opdracht van de Provincie Noord-Brabant zijn berekeningen gedaan om het effect na te gaan van generieke reducties van fijn stof bij stallen in het VGO gebied. De reducties bedragen 30, 50, 70 en 90%, ongeacht welke diersoort en staltype het betreft. Het gebied dat is berekend is 70 x 70 km, met een rasterafstand van 125 m; in totaal beslaan dit ongeveer 310.000 receptorpunten voor het jaar 2012. Door hier contourplots van te maken, is een beeld ontstaan van de endotoxine – niveaus, gegeven de stand van het rekenmodel op moment van studie. De achterliggende data op basis van rijksdriehoekscoördinaten, zijn beschikbaar. Daarbij is gebruik gemaakt van de berekeningsresultaten die in het RVG project (RVG, 2019) zijn gegenereerd, maar die voor deze studie zijn geanonimiseerd.

De berekeningen zijn gedaan met hetzelfde model als in de validatiestudie waarmee endotoxine concentraties zijn berekend en vergeleken met gemeten endotoxine concentraties bij 61 bedrijven in het VGO (veehouderij en gezondheid omwonenden) gebied. Dat houdt in dat de warmte emissie door de ventilatielucht is verrekend en tevens dat rekening is gehouden met de variatie van emissies bij vleeskuikens, vleesvarkens en leghennen.

Voorts is berekend wat de endotoxine niveaus zijn voor bewoner locaties, waarbij minimaal 15 bedrijven binnen een afstand van 1 km gelegen zijn. Dit is berekend met hetzelfde model, alleen is er nu ook een selectie gemaakt voor de receptorlocaties die aan deze restrictie eisen voldoen. Deze berekeningen zijn gedaan voor de 2556 locaties in het VGO studiegebied, waarvoor meer medische data zijn verzameld in de periode 2014-2015. Van de 2556 adressen blijven er dan 622 over. Voor deze adressen is een nadere inventarisatie en analyse gemaakt van de endotoxine niveaus. Daaruit is het volgende geconcludeerd.

- Bij een stofemissiereductie van 30, 50, 70 tot 90% loopt het gebied in een vierkant van 70 x 70 km dat een blootstelling heeft van meer dan 30 EU/m^3 (99,5p van 4-uur gemiddelden) terug van bijna 2% (geen reducties) via 1%, 0,6%, 0,25% naar bijna 0%.
- De relatie tussen het aantal bedrijven of aantal stallen met de hoogte van de berekende endotoxine blootstelling (als 99,5 percentiel) is zwak.
- De concentratieverdelingen van de endotoxine blootstellingen is duidelijk lognormaal verdeeld. De verdelingen zijn uitgesproken scheef met een gemiddelde variatiecoëfficiënt van 1,56.
- De verdeling van de endotoxine concentraties binnen 1 km van een receptorpunt over de 10 deeltjesgrootteklassen laat zien dat de bijdrage van grotere deeltjes aanzienlijk is: bijna 70% is toe te rekenen aan grove deeltjes (> 20µm).
- De bijdrage van varkens (vleesvarkens, zeugen, biggen) aan de jaargemiddelde concentratie endotoxine is voor de 622 locaties met 15 of meer bedrijven, gemiddeld over

alle locaties, 50 a 60%. Varkens zijn hier dus dominant als het gaat om de blootstelling in gebieden met veel dieren bedrijven (op andere locaties zou dat anders kunnen zijn).

- De PM10 concentraties als gevolg van de (gezamenlijke) stalemissies correleren sterk met de endotoxine concentratie (als 99,5 percentiel). De spreiding rond de regressielijn is echter aanzienlijk en omdat dit de gezamenlijke bijdragen van alle nabije stallen betreft, kan deze relatie niet zomaar op afzonderlijke stallen worden toegepast.

1. Inleiding

Provincie Noord-Brabant heeft gevraagd naar het effect van de reductie van de fijn emissies op de endotoxineblootstelling in het VGO gebied. In eerste instantie (in dit onderzoek) is nagegaan welk effect de generieke reductie heeft op de niveaus van de endotoxine concentraties, uitgedrukt als 99,5 percentiel. De data die in een eerdere studie zijn gegenereerd zijn hiervoor gebruikt. Immers, bij een algehele reductie van de fijn stof emissies, werken de emissiereducties lineair door op zowel de jaargemiddelde waarden als op de percentielwaarden. Het doel ervan is een globale indruk te krijgen van het effect van fijn emissie reducties op de endotoxine concentraties in een groot gebied (70 x 70 km), ongeacht of er woningen staan of niet. Daarom zijn concentratieniveaus bepaald die behoren bij fijn stof emissie reducties van 30 – 50 – 70 en 90%.

Een tweede vraag betreft de concentraties van endotoxines voor alleen die bewoner locaties, (uit 2556 adressen) waarvoor geldt dat er 15 of meer bedrijven zijn gelegen binnen een afstand van 1 km. Deze bedrijven zijn geselecteerd uit het BVB bestand van het jaar 2015. Berekeningen van de endotoxine concentraties zijn gedaan en geanalyseerd waarbij de gemiddelde waarde, de standaarddeviatie en de percentielwaarden zijn bepaald.

2. Aanpak

Van de 310.000 receptorlocaties in een gebied van 70 x 70 km zijn de reductiepercentages voor de fijn stof emissie toegepast op de berekende 99,5 percentiel waarden. De verkregen waarden worden geplot in een raster van 70 x 70 km en met kleuren geschaald.

De data van de 2556 bewoner punten uit het VGO gebied worden gekoppeld aan de data van het BVB bestand. Daaruit wordt de afstand van elk bewonerpunt tot alle omliggende bedrijven berekend en de endotoxine blootstelling wordt bepaald alleen als het aantal bedrijven rond dit bewoner punt 15 of meer is. In het BVB bestand hebben alle stallen die tot één bedrijf behoren

dezelfde rijksdriehoekscoördinaten en dat maakt het mogelijk om het aantal bedrijven rond een bewoner punt te tellen. Daarbij wordt niet gekeken naar soort bedrijf (kippen, varkens, paarden) noch naar het aantal dieren noch het aantal stallen in dat bedrijf. Van deze bewoner punten wordt de statistiek van de berekende 4-uur gemiddelde endotoxine waarde bepaald: gemiddelde, standaard deviatie en variatiecoëfficiënt. Voorts wordt een aantal andere analyses uitgevoerd.

3. Invoergegevens en uitgangspunten

3.1 Ruwheid

Voor de verspreidingsberekeningen is een terreinruwheid nodig. De ruwheid wordt bepaald over een vierkant van 5 x 5 km met het receptorpunt in het centrum, conform de methodiek die in eerdere endotoxine studies is uitgevoerd. De ruwheid wordt berekend uit de PreSRM gegevens, die op zijn beurt weer is gebaseerd op data van de LGN5 database.

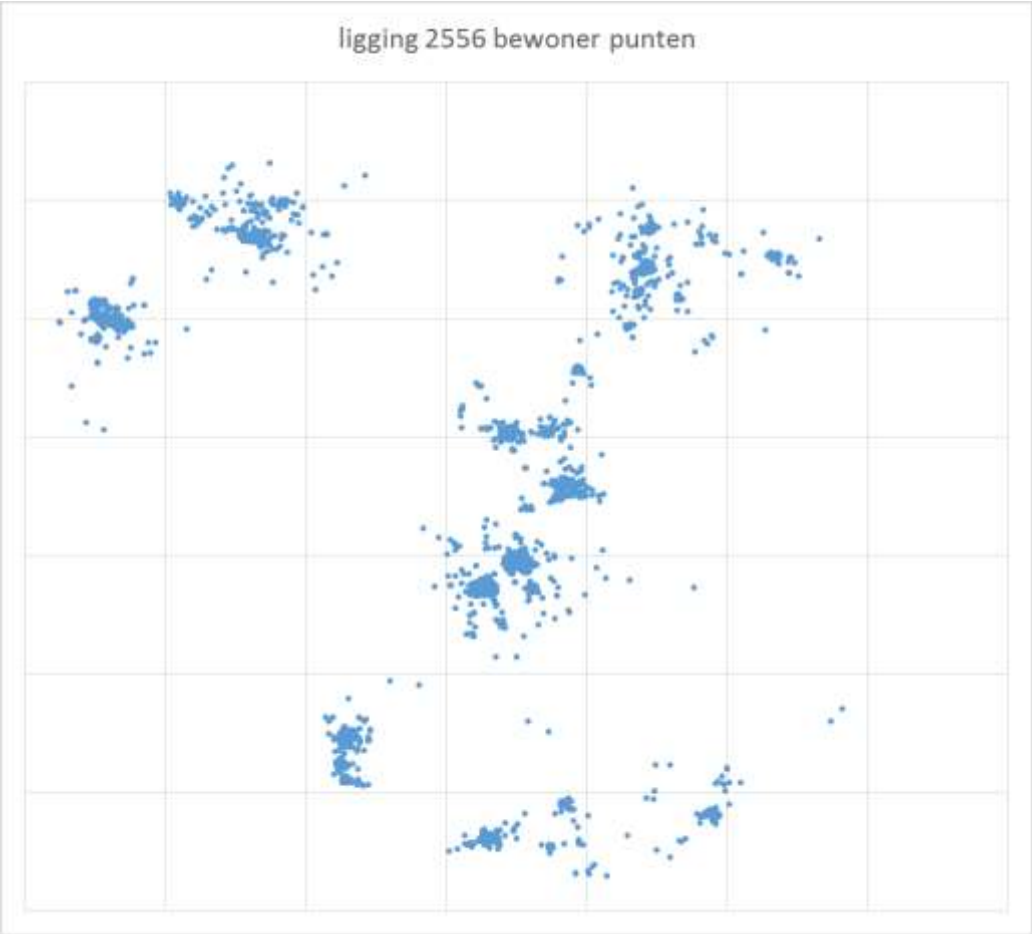
3.2 Rekenpunten

De rekenpunten voor het 70 x 70 km grid is een raster met rasterafstand 125 m.

De rekenpunten voor de bewoners (2556) zijn niet gelijk verdeeld; figuur 1 geeft de ruimtelijke verdeling van deze locaties (zie ook in RVG, 2019).

3.3 Uitgangspunten

Er is gerekend met de warmte inhoud van de stalventilatielucht. De emissies zijn gebaseerd op de dataset die uit OBE fase 3a en 3b is opgesteld (Winkel et al, 2018). Dat betreft in belangrijke mate eigen metingen (uitgevoerd voor WUR en IRAS), aangevuld met data uit literatuur. Daarbij zij opgemerkt dat de spreiding in deze data groot is. Bovendien is het endotoxine gehalte in 4 fracties bepaald: PM 2,5, PM10, PM30 en TSP (opgevat als PM100). Dit betreffen aerodynamische diameters in 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 heeft als het bemonsterde deeltje. Er is daarom ook steeds gerekend met een deeltjesdichtheid van 1 g/cm^3.



Figuur 1. Locaties van de 2556 bewoner punten in het VGO gebied.

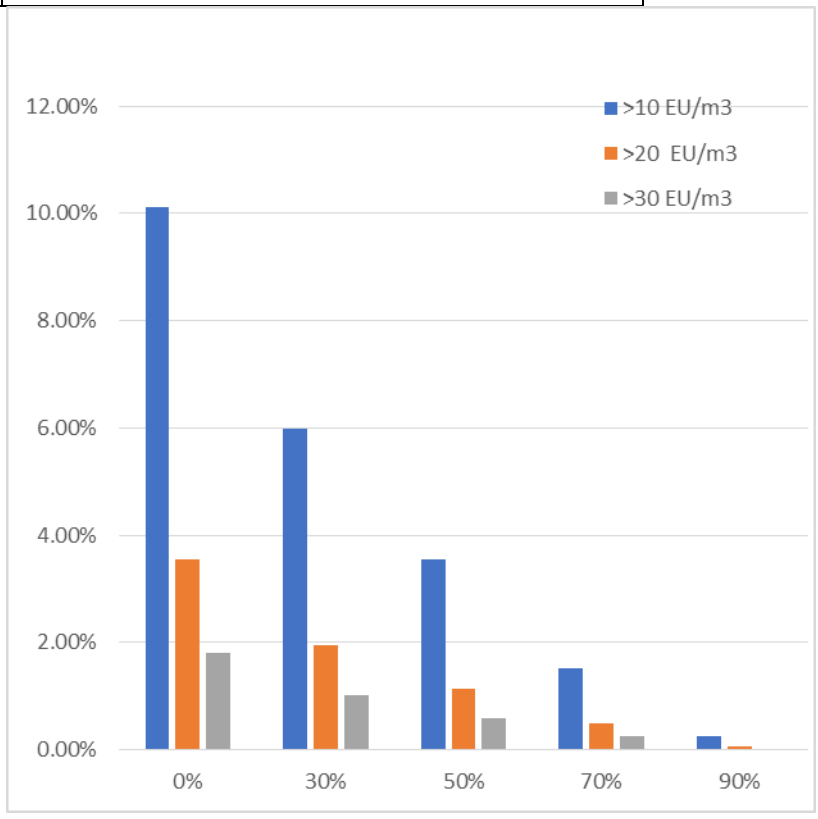
De verdeling van de endotoxine gehaltes over een fijnere deeltjesgrootteverdeling is afgeleid onder aanname van een lognormale verdeling van de stofdeeltjes. De spreiding in de meting is onder te verdelen in spreiding tussen bedrijven, tussen stallen binnen een bedrijf en voor de metingen binnen een stal. Voor de voorliggende rapportage is de spreiding in deze stalmetingen berekend. Voor het endotoxinegehalte in het stof ligt de spreiding 'tussen bedrijven' (uitgedrukt als variatiecoëfficiënt) in de range van 24 tot 36%. De 'binnen bedrijf' spreiding is groter (47 tot 60%): en de spreiding binnen een stal is nog hoger: gemiddeld over diersoorten en deeltjesgrootten: 60 a 70% (als variatiecoëfficiënt). Dit is van belang omdat de uitkomsten, hier gepresenteerd, dus met voorzichtigheid geïnterpreteerd moeten worden.

4. Resultaten

4.1 70 x 70 km raster

Het aantal rasterpunten met een 99,5 percentielwaarde van 30 EU/m^3 of meer bedraagt in het geval dat er geen stofemissie-reductie wordt toegepast 1,8% (5582 punten). Dit aantal neemt af met toenemende stofreductiepercentages volgens onderstaande tabel en figuur 2. Duidelijk is dat het aantal punten met een endotoxine gehalte van 30 EU/m^3 of meer snel afneemt bij toenemende stofreductiepercentage. Deze afname is groter dan de afname in PM10 emissie.

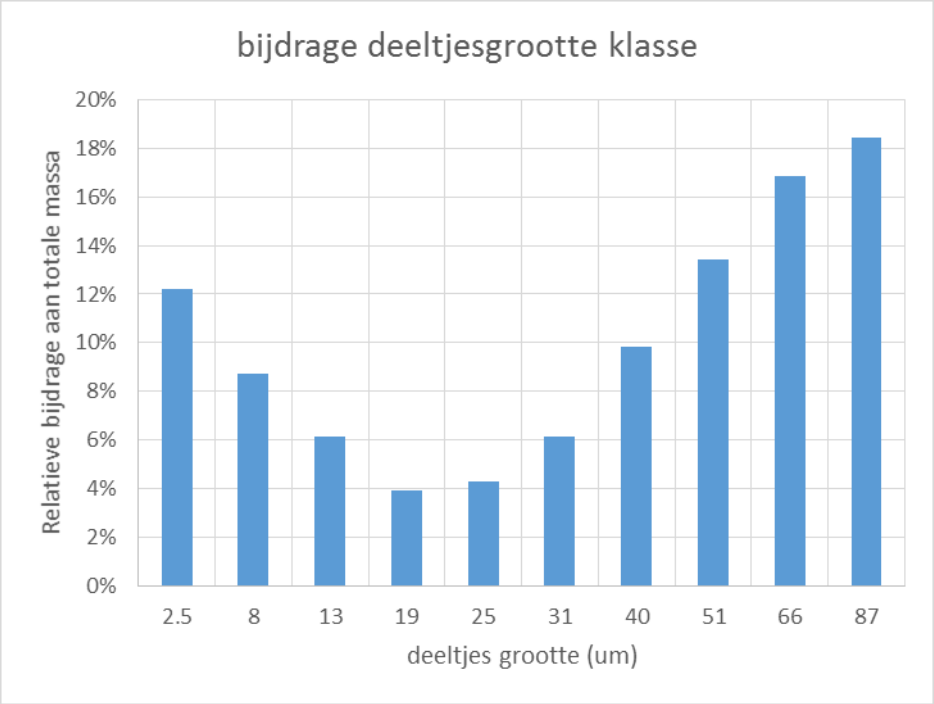
Reductie	0%	30%	50%	70%	90%
>30 EU/m3	1.80%	1.02%	0.59%	0.24%	0.02%
>20 EU/m3	3.54%	1.96%	1.14%	0.49%	0.06%
>10 EU/m3	10.11%	5.99%	3.54%	1.53%	0.24%



Figuur 2. Afname van aantal rasterpunten in 70 x 70 km gebied met 99,5 percentiel (4-uur gemiddelden) hoger dan respectievelijk 10, 20 of 30 EU/m^3.

4.2 Bewoners punten

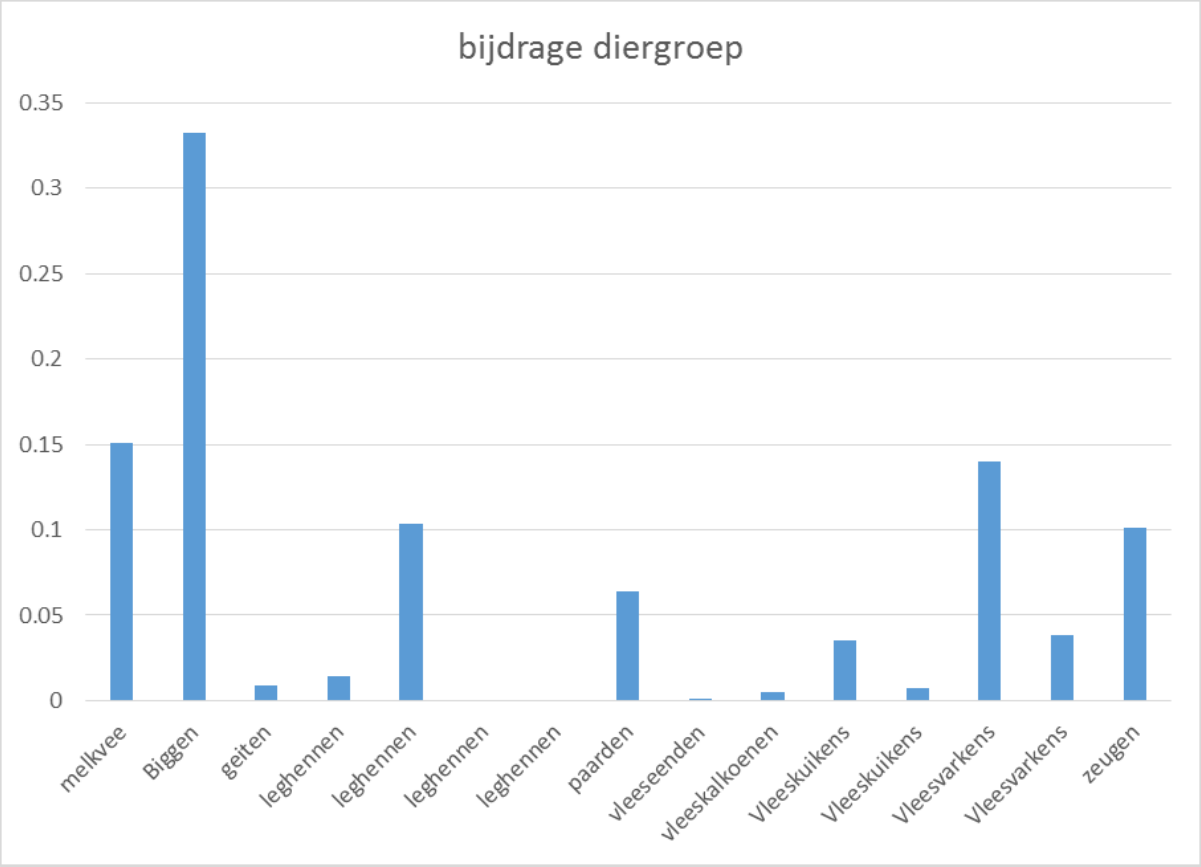
In figuur 3 is de bijdrage per deeltjesgrootteklasse uitgezet tegen de deeltjesgrootte, gemiddeld over alle 622 punten. Duidelijk is dat de bijdrage van grote deeltjes binnen een afstand van 1 km groot is, zelfs indien we de depositie bepalen en de concentraties daarvoor corrigeren. Dit is ook geconcludeerd in de RVG rapportage (2019). De bijdrage van de deeltjes groter dan 20 µm aan de totale endotoxine-emissie is bijna 70%! Dit is een gevolg van de gemodelleerde verdeling van endotoxine over de deeltjesgrootteen: uit metingen blijkt dat de concentratie in het stof sterk toeneemt met de deeltjesgrootte.



Figuur 3. Relatieve bijdrage aan endotoxineblootstelling (jaargemiddeld) per deeltjesgrootteklasse uitgezet tegen de deeltjesgrootte, gemiddeld over alle 622 punten.

Ook is de bijdrage per diersoort bepaald, gemiddeld over alle 622 punten, deze is gegeven in figuur 4. Opvallend daarbij is dat de som van varkens, zeugen en biggen meer dan 60% van de jaargemiddelde blootstelling vertegenwoordigen. Melkvee en kippen leveren ieder 15% aan de blootstelling. In figuur 4 zijn voor leghennen en voor vleesvarkens meerdere staafjes opgenomen, dit hangt samen met de indeling van de diersoorten naar min of meer traditionele stallen en of de emissie (voor leghennen) plaatsvindt bij licht of donker (zie tabel). Er kan enig verschil zijn tussen bijdragen van diersoorten tussen VGO deelnemers met hoge blootstelling

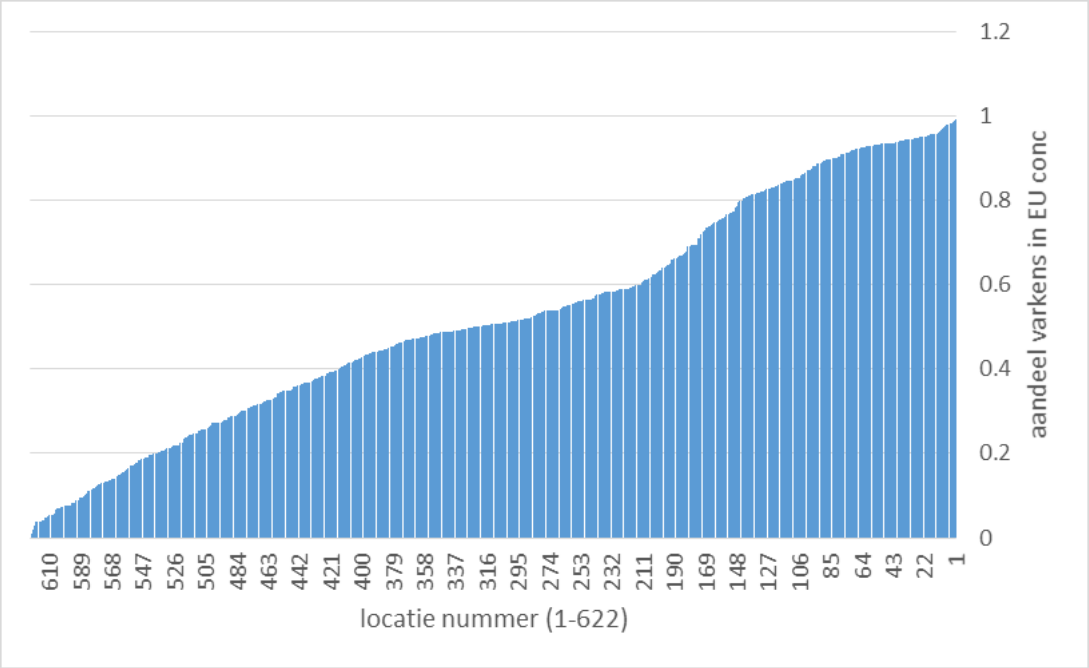
(622 stuks) en alle 310.000 gebiedsgridpunten en alle 14000 deelnemers. De analyse over (deze) andere punten kan dus een ander beeld van de diersoort-bijdrage opleveren.



Figuur 4. Relatieve bijdrage per diersoort aan de gemiddelde waarde, gemiddeld over alle 622 punten. Waarden op de y-as betreffen de fractionele bijdragen (0-1)

										diercategorie		
diercat	hoogte	stal	Vs	PM100/PN	Eunormco	corr	factor	RAV	code			
1	1.5	5	0.5	2.27	1200	2	1.5	E5	Vleeskuikens	E>20	traditioneel	
2	5.1	5	2.5	2.27	1200	10	1.3	E5	Vleeskuikens	E<20		
3	5.5	5	2.5	2.5	500	2	1.425	E1,E2,E3,E	leghennen	E<40		
4	1.5	5	0.5	2.5	444	0.25	1.7	E1,E2,E3,E	leghennen	E>40	traditioneel	
5	1.5	5	0.5	2.5	444	0.25	1.7	E1,E2,E3,E	leghennen	E>40	traditioneel	licht
6	1.5	5	0.5	2.5	444	0.25	1.7	E1,E2,E3,E	leghennen	E>40	traditioneel	donker
7	6	6.5	4	3.13	4000	0.2	1.8	D3	Vleesvarkens	E>150	traditioneel	
8	6	6.5	2.5	3.13	4000	9	1.35	D3	Vleesvarkens	E<150		
9	6	6.5	4	3.23	4040	0.2	1.7	D1.1	Biggen			
10	6	6.5	4	3.13	1800	0.2	1.7	overigeD	zeugen			
11	4.5	4	0.5	2.93	3308	0.1	1.7	C	Geiten			
12	1.5	5	0.5	2.27	556	0.05	1.75	F	vleeskalkoenen			
13	1.5	5	0.5	2.5	556	0.05	1.75	G	Vleeseenden			
14	5.5	5	0.5	16.67	788	0.05	2	A	Rundvee			
15	5.5	5	0.5	16.67	2900	0.05	2	K	Paarden			

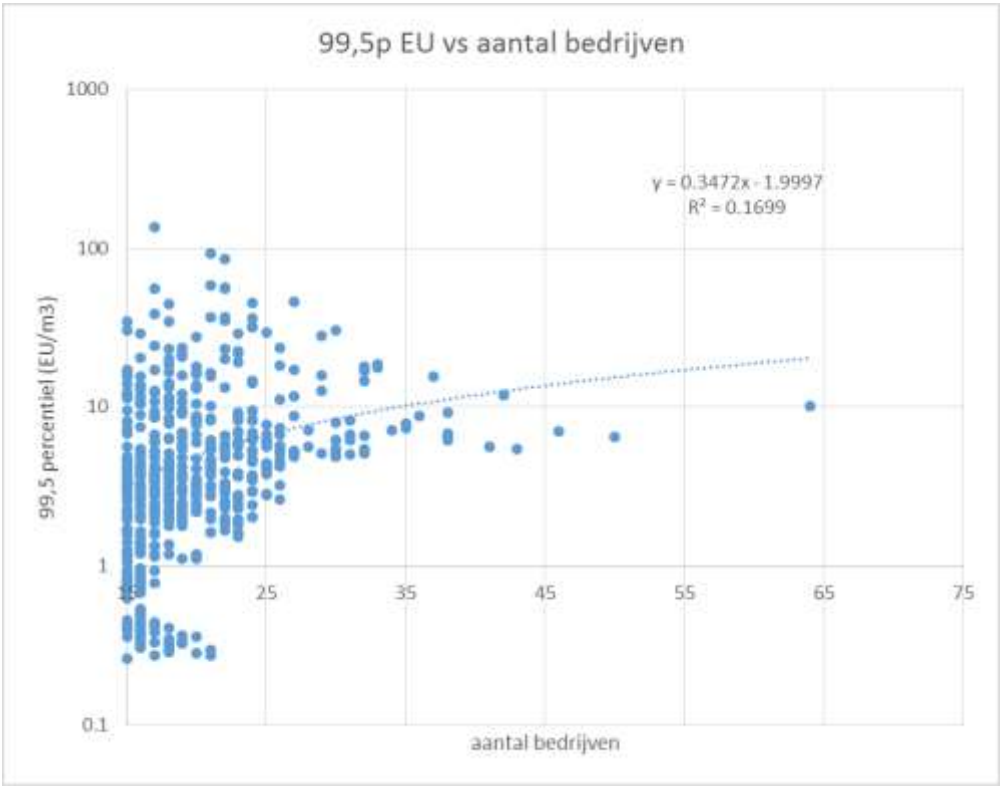
In figuur 5 is aangegeven wat – per bewoner locatie – het aandeel van varkens (vleesvarkens, zeugen, biggen) aan de jaargemiddelde blootstelling is geweest. Alleen voor de 622 bedrijven met 15 of meer bedrijven binnen 1 km afstand. De onderverdeling naar diersoort kan om technische redenen alleen voor jaargemiddelde gemaakt worden, niet voor percentielwaarden.



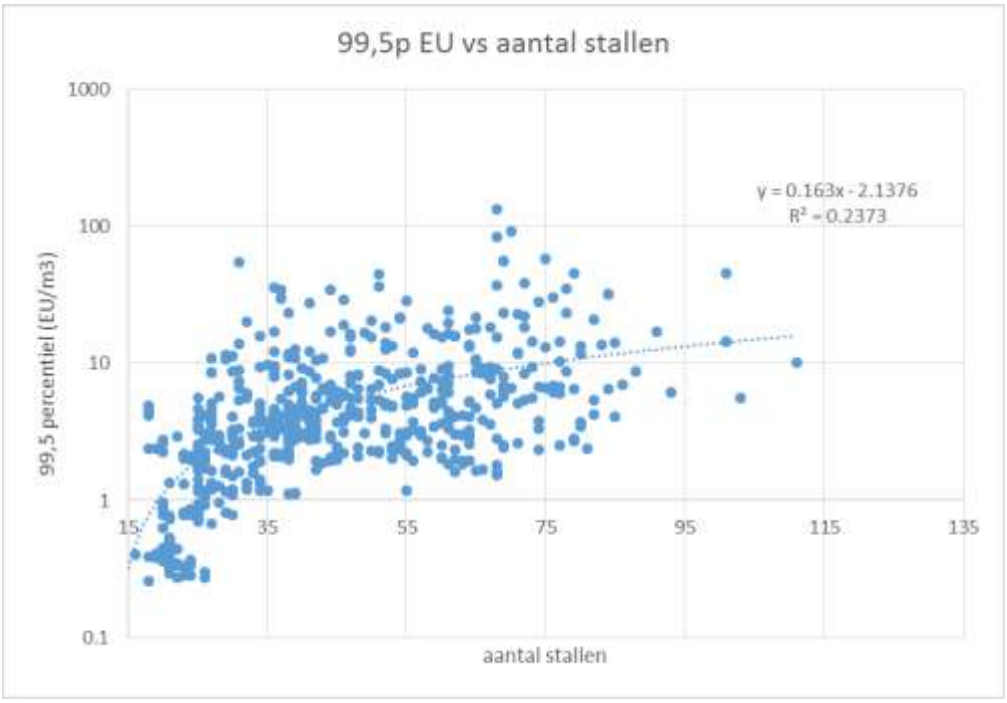
Figuur 5. Aandeel varkens aan de jaargemiddelde endotoxine concentratie, per bewoner locatie (622).

De gemiddelde waarde van de berekende blootstelling (99,5 percentiel van 4-uur gemiddelden) op deze 622 punten is ongeveer 7 EU/m^3 en de mediaan is 3,5 EU/m^3.

In figuur 6 zijn uitgezet de berekende 99,5 percentielwaarden tegen het aantal bedrijven rond het bewoner punt. Hieruit is zichtbaar dat het aantal bedrijven geen goede schatter is voor dit 99,5 percentiel: de correlatie is laag. Het aantal stallen is een iets minder slechte schatter, zie figuur 7. Maar ook hier is de correlatie laag. Dat is niet heel verwonderlijk, omdat het aantal dieren en de diersoort er niet in zijn verwerkt. Beide beïnvloeden de endotoxine emissies en dus ook de benedenwindse endotoxine concentraties in sterke mate.

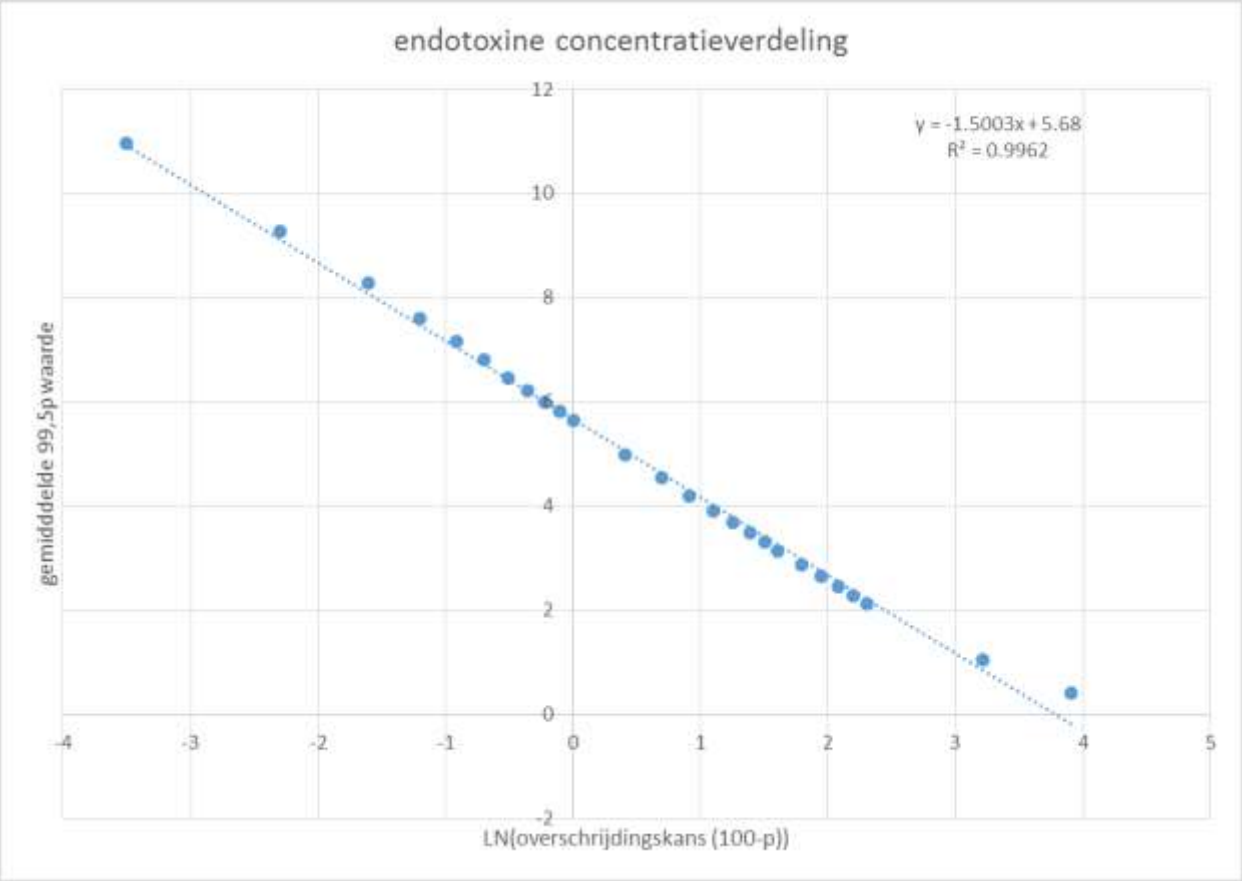


Figuur 6. Plot met berekende 99,5 percentielwaarden tegen het aantal bedrijven binnen 1 km afstand.



Figuur 7. Plot met berekende 99,5 percentielwaarden tegen het aantal stallen binnen 1 km afstand

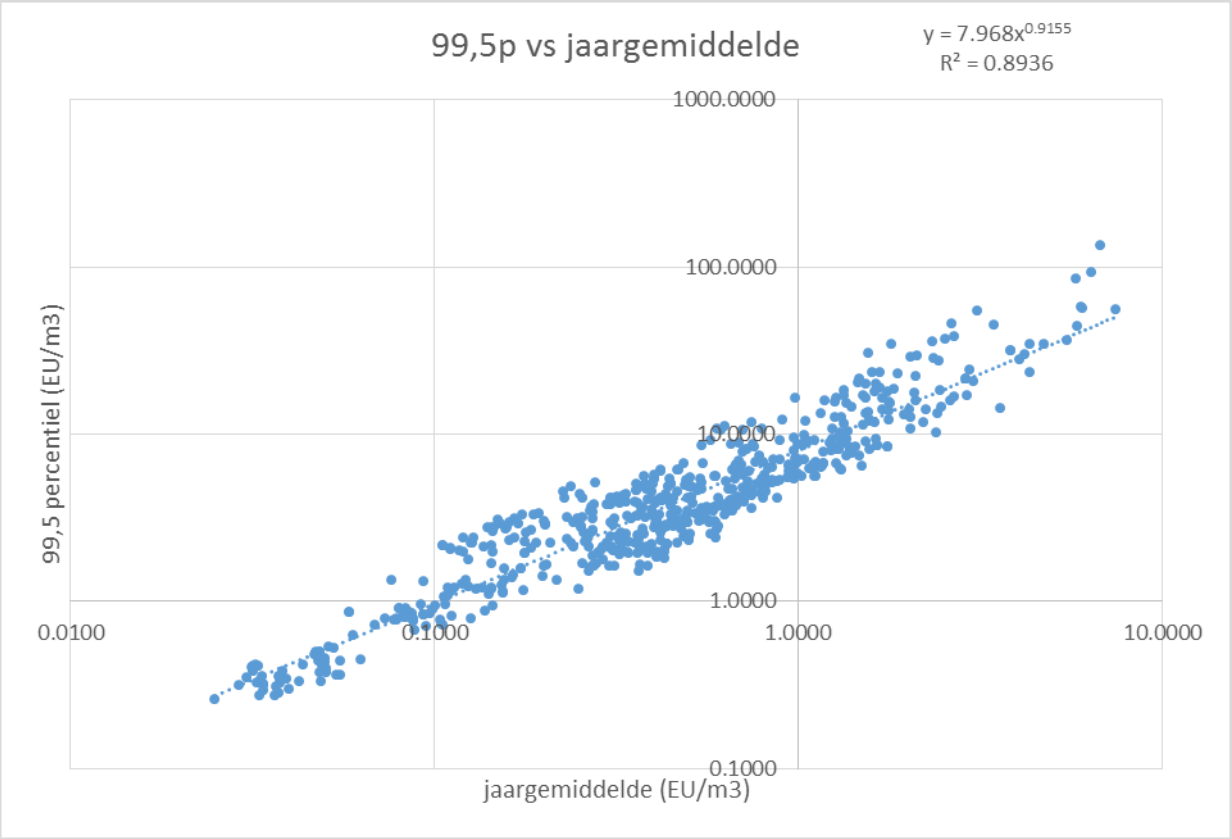
In figuur 8 is uitgezet de over alle locaties gemiddelde waarden van de percentielen: 50-p 75-p, 90-p…99,97p van 4-uur gemiddelde waarden over 2 jaren (2014, 2015). Indien de concentraties lognormaal verdeeld zijn, dan behoort er een rechte lijn uit te komen indien de concentratiewaarden uitgezet worden tegen ln(100-p), waarbij p het betreffende percentiel is. Zoals duidelijk blijkt is de verkregen lijn door alle 26 punten bijna een perfecte lijn. Ergo: de concentraties (gemiddelde over 4 uren) vormen inderdaad een lognormale verdeling.



Figuur 8. Gemiddelde waarden (over 622 waarden) van de percentielen: 50-p 75-p, 90-p…99,97p van 4-uur gemiddelde waarden over 2 jaren (2014, 2015)

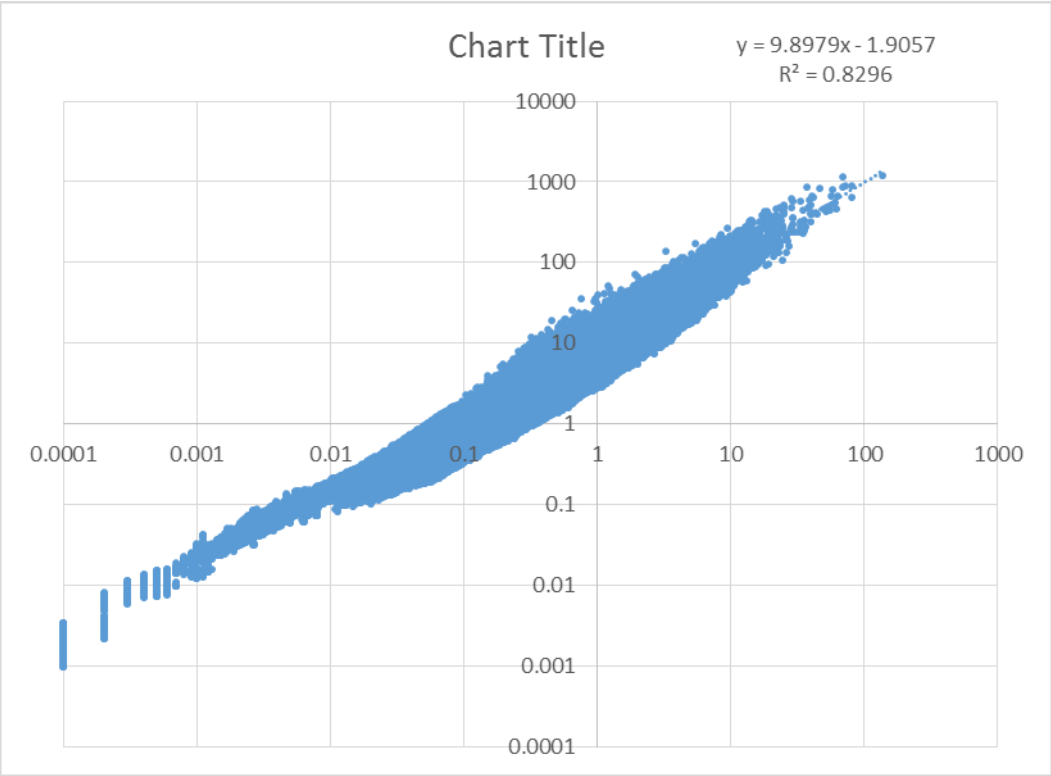
Voor een lognormale verdeling zijn de kenmerkende parameters de gemiddelde waarde en de variatiecoëfficiënt (=σ/μ). De gemiddelde waarde (uit 622 waarden) van deze variatiecoëfficiënt is 1,56 (spreiding: 0,8 – 3,2). Dat betekent dat de standaard afwijking groter is dan het gemiddelde; dat duidt al direct op een scheve verdeling.

In figuur 9 is de relatie tussen jaargemiddelde en 99,5-percentiel gegeven; deze is weer te geven als een bijna rechte lijn (r2= 0,79), dan is het 99,5p gemiddeld 10 x het jaargemiddelde (y = 9.888x - 0.7714). Een machtsfunctie voldoet iets beter (r2=0,89).



Figuur 9. Relatie jaargemiddelde vs 99,5 percentielwaarde endotoxine concentraties (4-uur gemiddeld) voor de 622 bewoner punten.

In figuur 10 is hetzelfde gedaan voor de 310.000 receptorpunten van het 70 x 70 km raster. De lineaire relatie is daar eveneens duidelijk: het 99,5 p (van 4-uur gemiddelde concentraties!) is ook dan ruwweg 10 maal het jaargemiddelde.

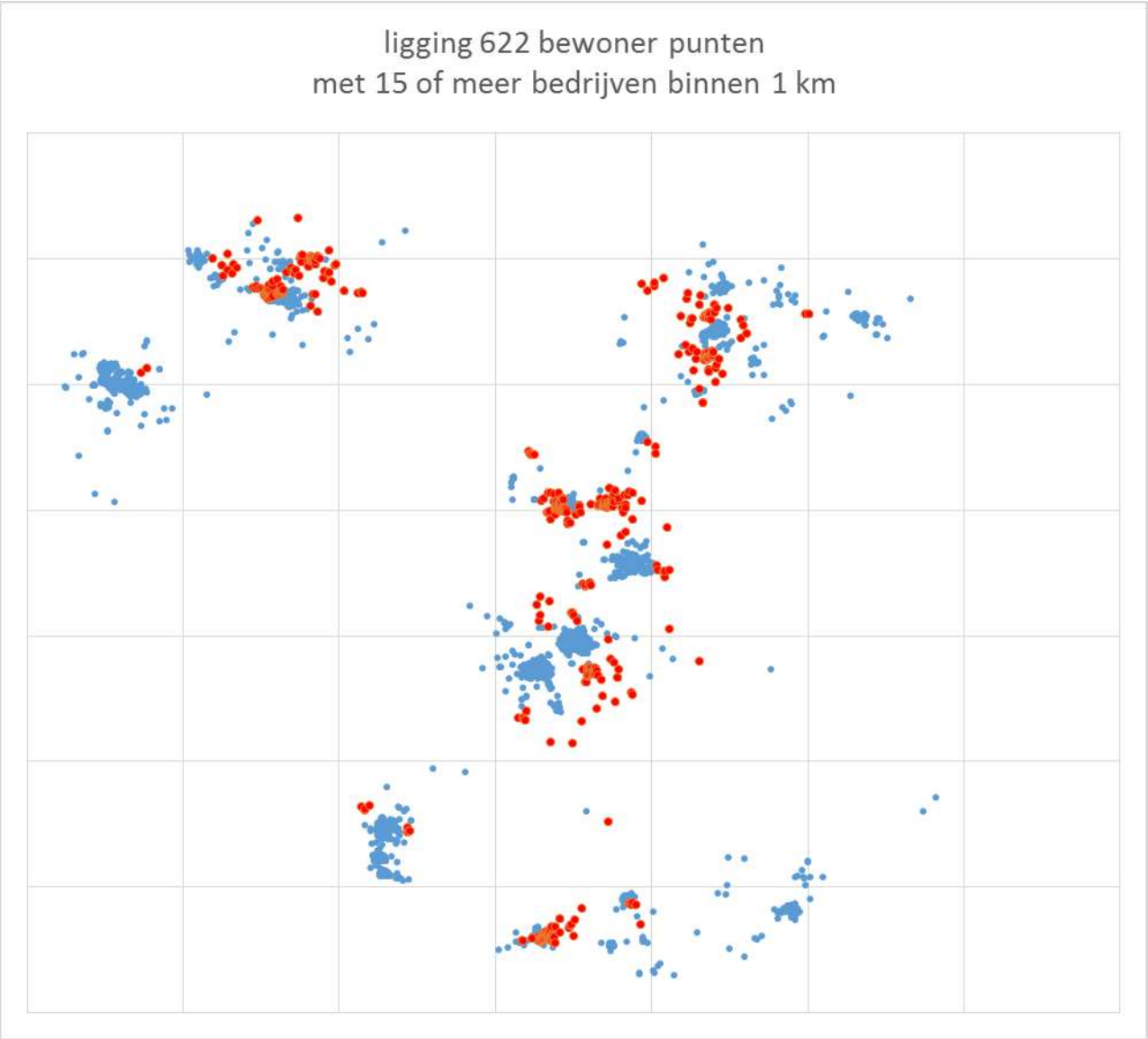


Figuur 10. Relatie jaargemiddelde vs 99,5 percentielwaarde voor de 310000 raster punten

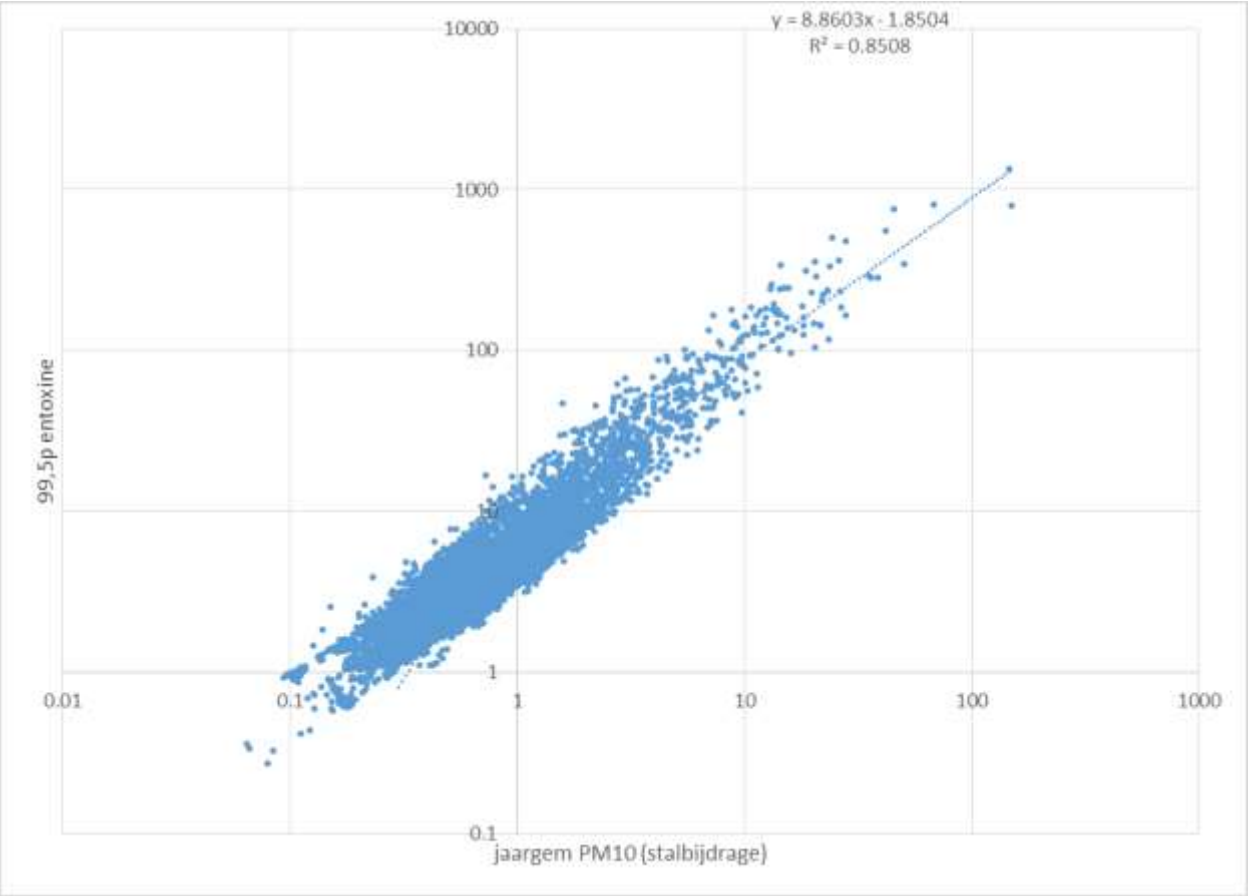
In figuur 11 is aangegeven waar de bewoner locaties met 15 of meer bedrijven binnen 1 km afstand zijn gelegen.

Tenslotte is nagegaan wat de relatie is tussen de PM10 blootstelling (ten gevolge van de stal-emissies) en het 99,5 percentiel van de 4-uur gemiddelde endotoxine concentraties. Dit is gedaan voor alle 14000 receptorpunten in het VGO onderzoek. In figuur 12 is de relatie gegeven voor deze PM10 concentratie (de gezamenlijke bijdrage van alle stallen binnen 10 km afstand aan het jaargemiddelde) en de 99,5 endotoxine percentiel. Dat deze relatie sterk is, is overtuigend te zien uit de hoge r-waarde, maar de spreiding rond de regressielijn is ook aanzienlijk. En omdat dit de gezamenlijke bijdragen van alle nabije stallen betreft, kan deze relatie dus niet op afzonderlijke stallen worden toegepast.

Indien het 99,5 percentiel wordt uitgezet tegen de totale PM10 concentratie (dus achtergrond plus stalbijdragen) dan is de correlatie bijna nihil (r2=0,10).



Figuur 11. Bewoner locaties (rood) met 15 of meer bedrijven binnen 1 km afstand.



Figuur 12. De relatie tussen berekende jaargemiddelde PM10 concentratie (alleen cumulatieve stalbijdragen) en 99,5-p endotoxine, afgeleid uit de 14000 receptorpunten.

5. Conclusies

Bij een stofemissie reductie van 30, 50, 70 tot 90% loopt het gebied in een vierkant van 70 x 70 km dat een blootstelling heeft van meer dan 30 EU/m3 (99,5p van 4-uur gemiddelden) terug van bijna 2% (geen reducties) via 1%, 0,6%, 0,25% naar bijna 0%.

Van de 2556 bewonerlocaties in het VGO gebied hebben 622 stuks een aantal van 15 of meer agrarische bedrijven met dieren binnen 1 km afstand. De relatie tussen het aantal bedrijven of aantal stallen met de hoogte van de berekende endotoxine blootstelling is zwak.

De concentratieverdelingen van de endotoxine blootstellingen (als 99,5 percentiel) voor deze 622 locaties is duidelijk lognormaal verdeeld. De verdelingen zijn uitgesproken scheef met een gemiddelde variatiecoëfficiënt van 1,56.

De verdeling van de endotoxine concentraties binnen 1 km van een receptorpunt over de 10 deeltjesgrootteklassen laat zien dat de bijdrage van grotere deeltjes aanzienlijk is: bijna 70% is toe te rekenen aan grove deeltjes (> 20µm).

De bijdrage van varkens (vleesvarkens, zeugen, biggen) aan de jaargemiddelde concentratie endotoxine is voor deze 622 locaties met 15 of meer bedrijven, gemiddeld over alle locaties, 50 a 60%. Varkens zijn hier dus dominant als het gaat om de blootstelling in gebieden met veel dieren bedrijven (op andere locaties zou dat anders kunnen zijn).

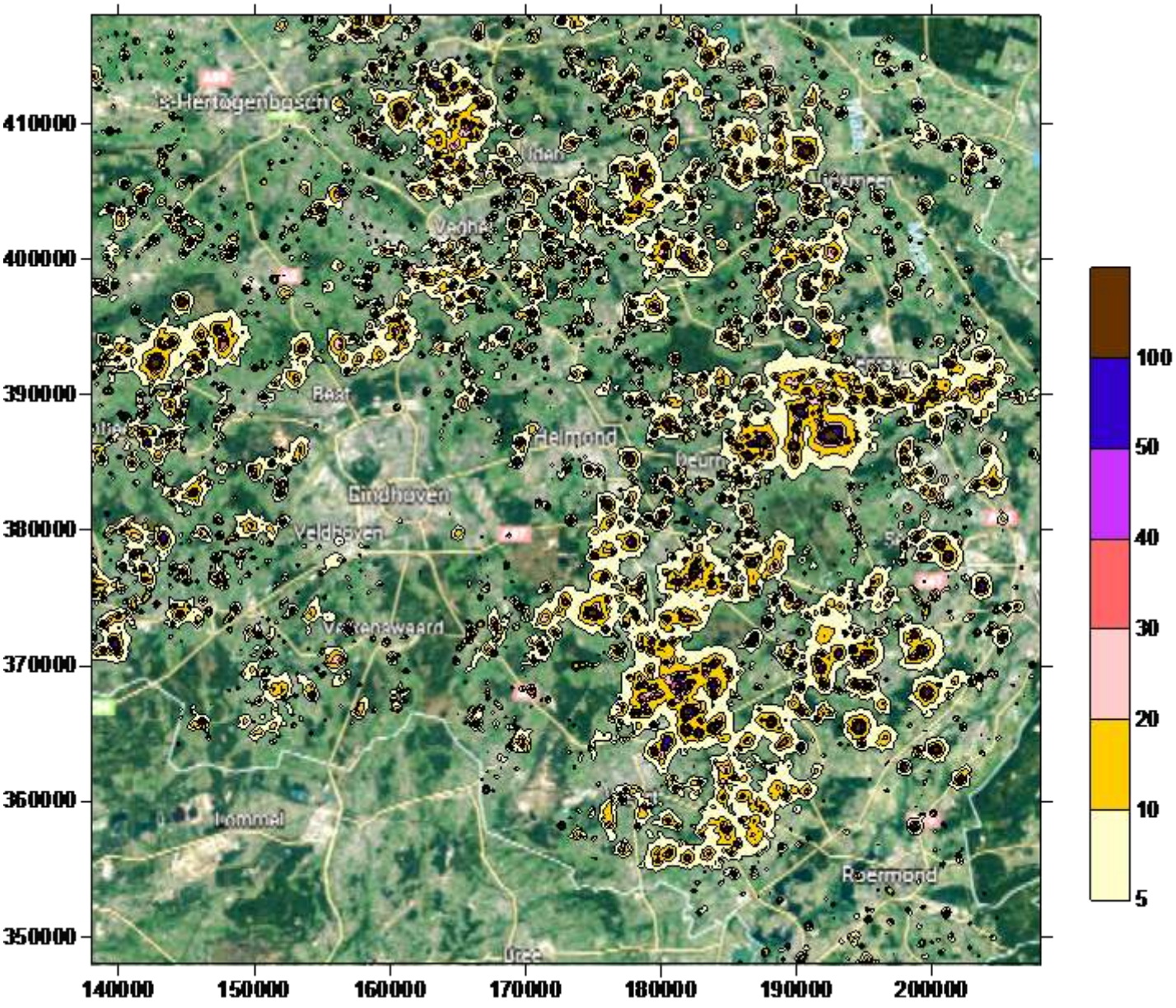
De PM10 concentraties als gevolg van de (gezamenlijke) stalemissies correleren sterk met de endotoxine concentratie (als 99,5 percentiel). De spreiding rond de regressielijn is echter aanzienlijk en omdat dit de gezamenlijke bijdragen van alle nabije stallen betreft, kan deze relatie niet zomaar op afzonderlijke stallen worden toegepast. Indien het 99,5 percentiel wordt uitgezet tegen de totale PM10 concentratie (dus achtergrond plus stalbijdragen) dan is de correlatie bijna nihil (r2=0,10).

Referenties

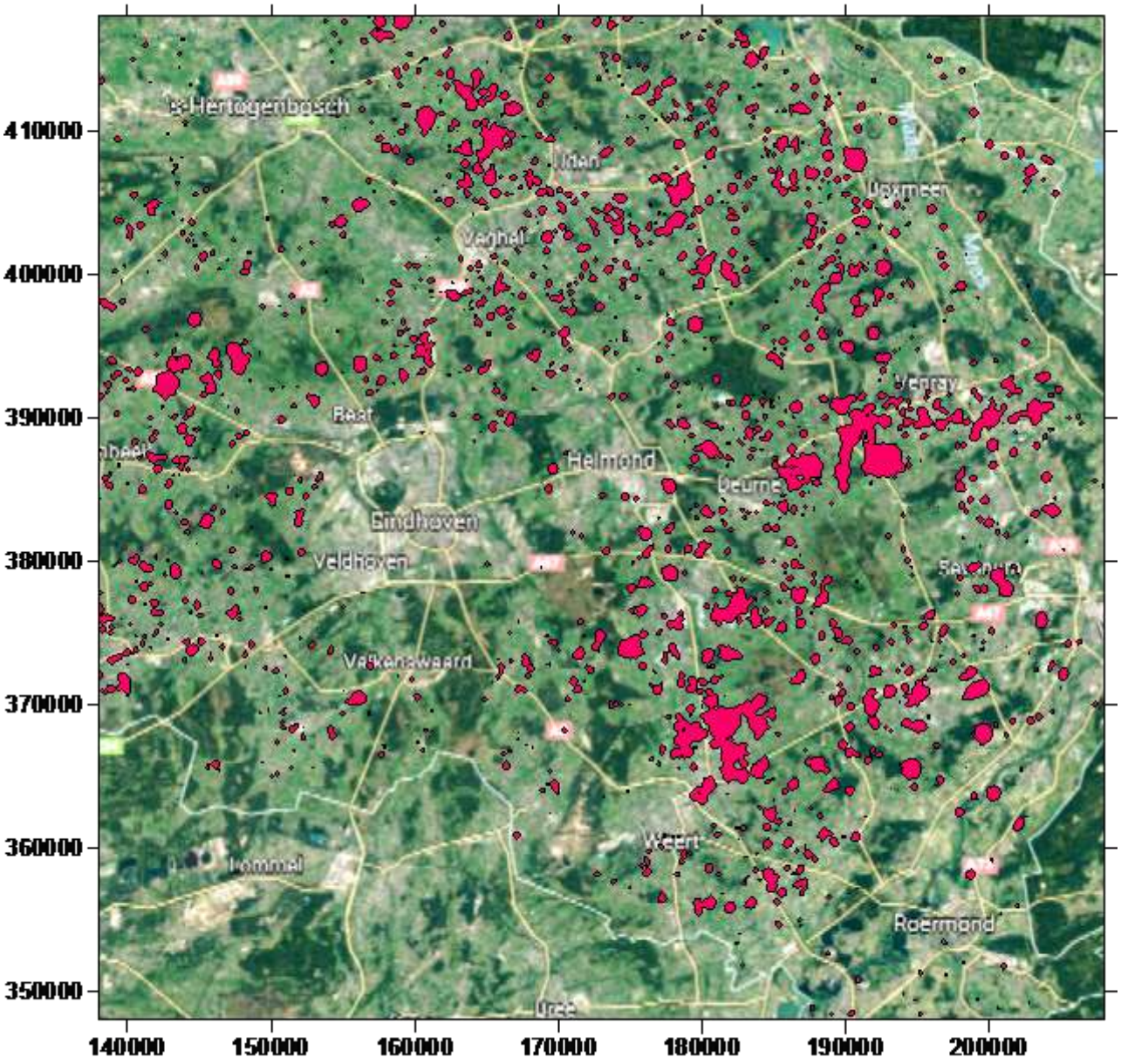
Winkel A, Erbrink H, Wouters I, et al.(2018). Emissies van endotoxinen uit de veehouderij: eindrapport endotoxine metingen. Wageningen: Livestock Research Rapport, 2018.

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.

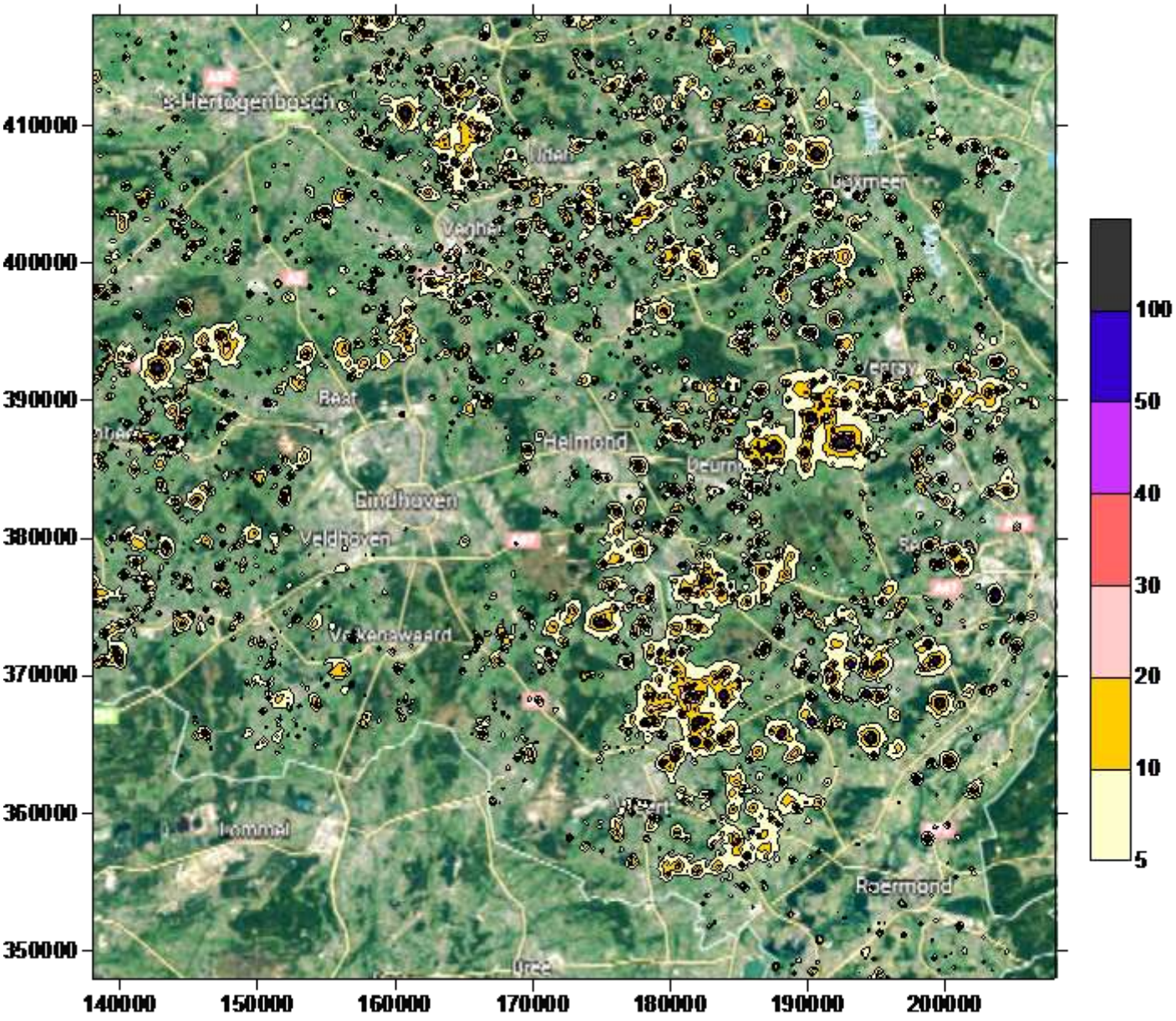
Bijlage A: Contourplots 70 x 70 gebied, met toenemende reductie fijn stof emissie.



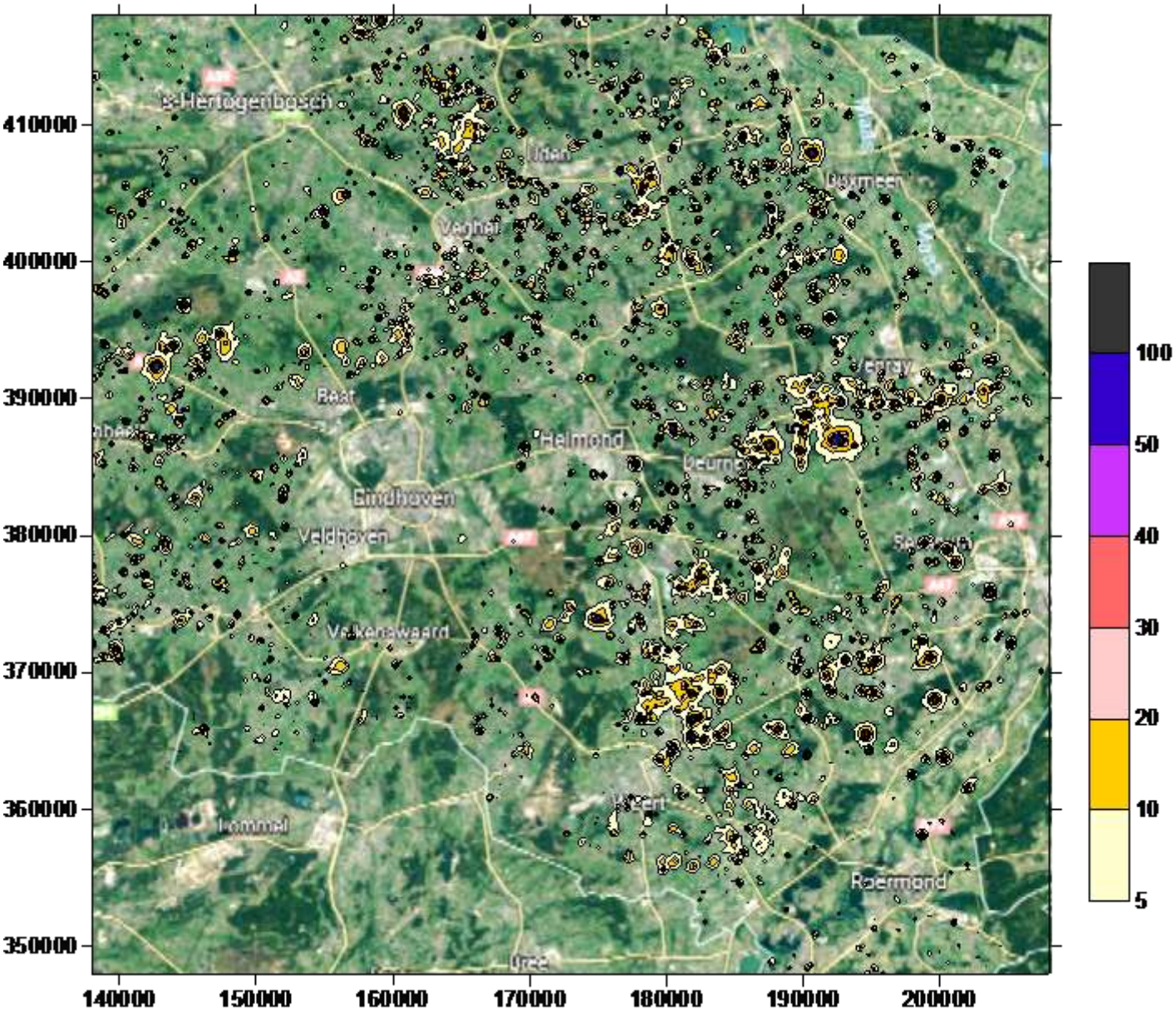
99,5 percentiel zonder reductie



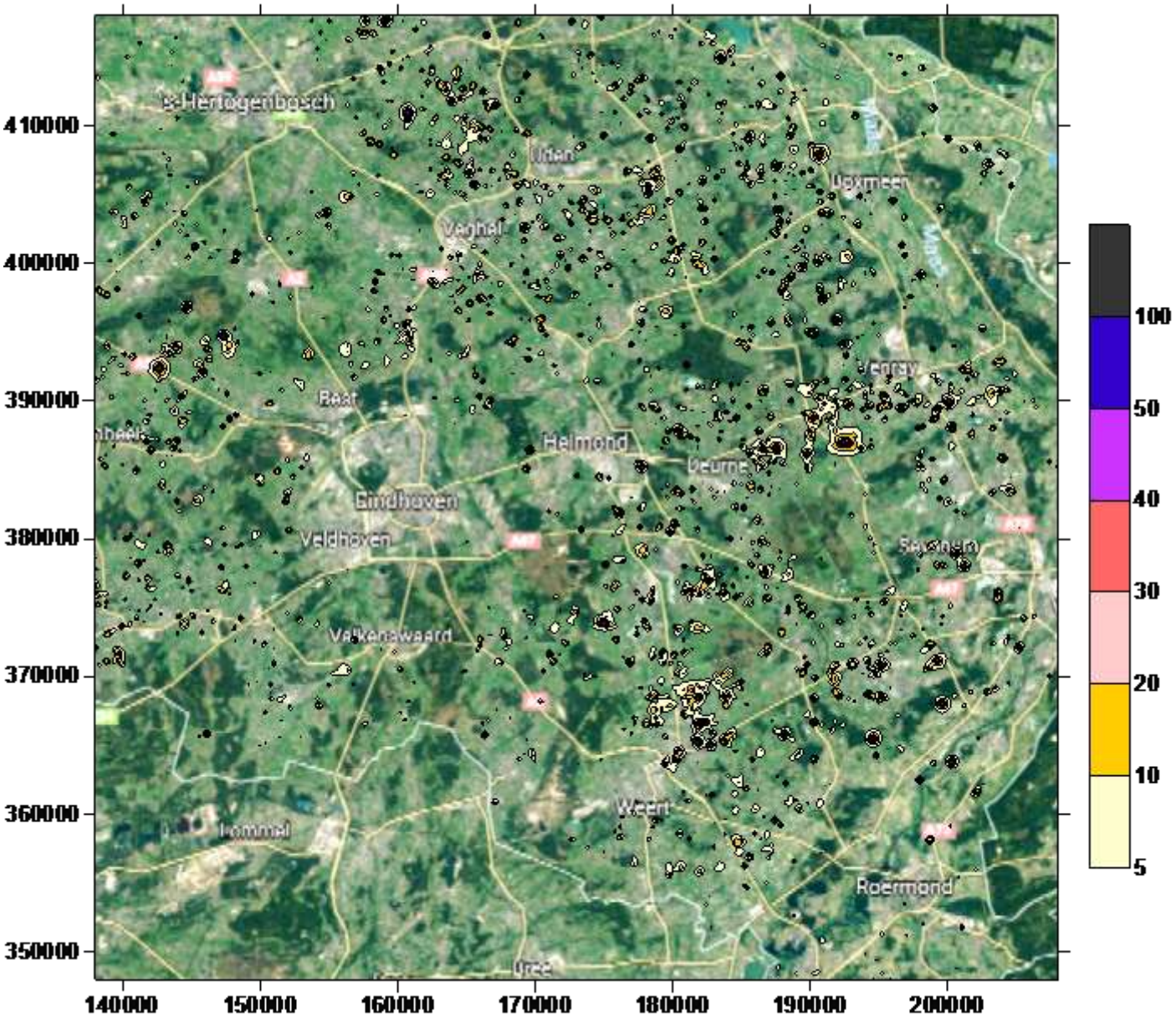
Locaties boven de 10 EU/m3 (99,5p) bij 0% reductie.



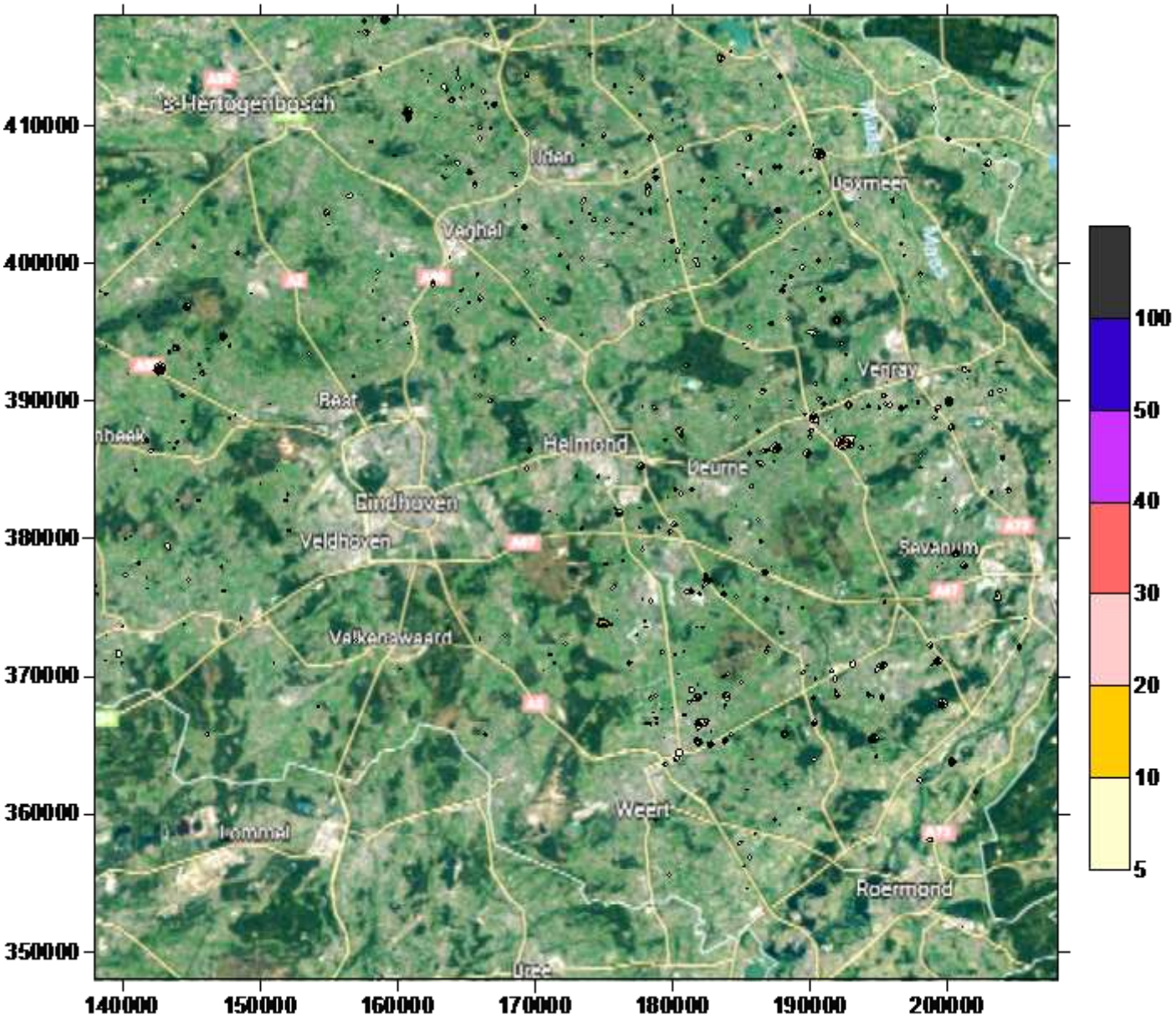
99,5 percentiel 30% reductie



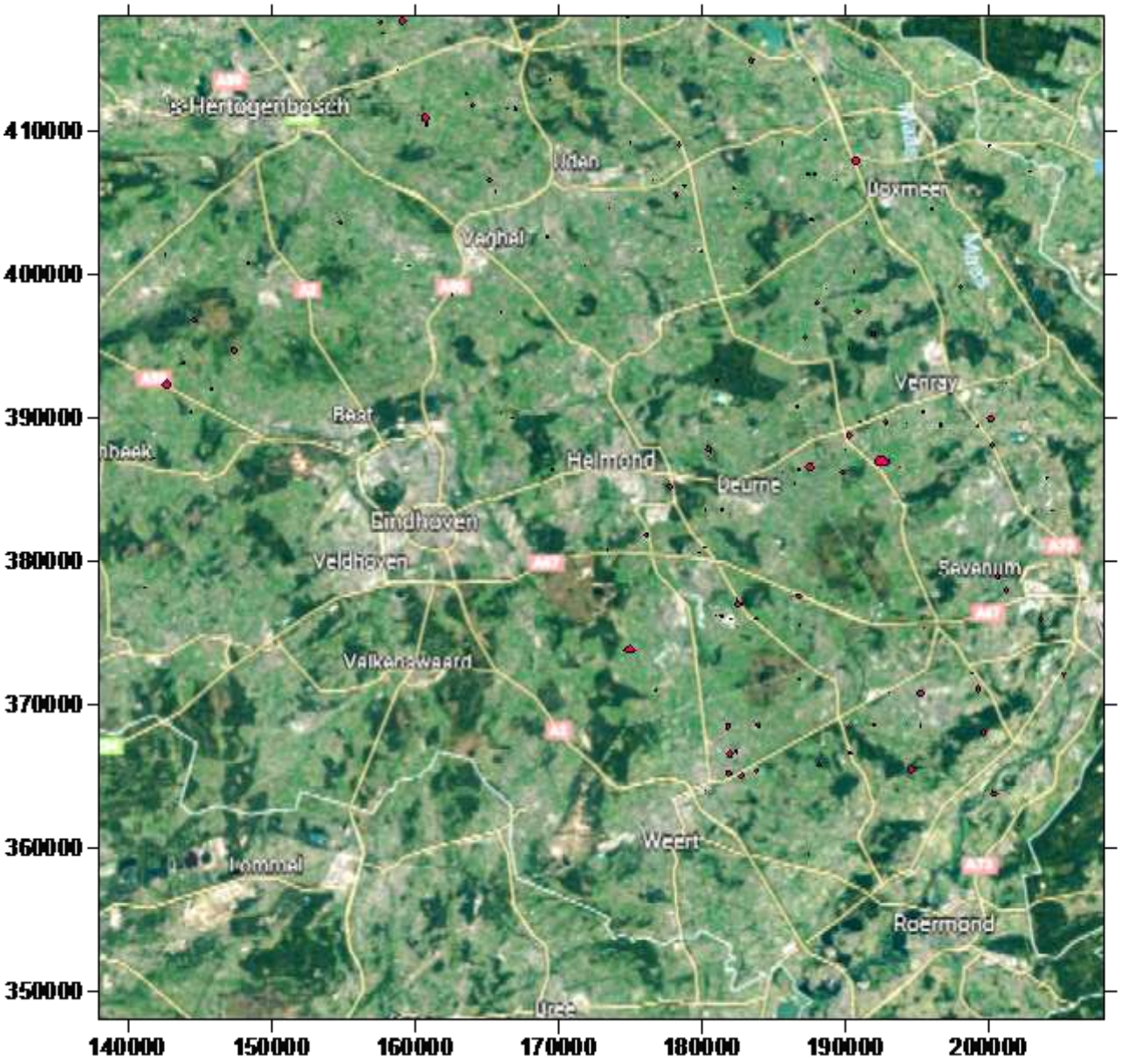
99,5 percentiel 50% reductie



99,5 percentiel 70% reductie



99,5 percentiel 90% reductie



Locaties boven de 10 EU/m3 (99,5p) bij 90% reductie.