

Apollon

mathematical consultancy
development & strategies

Rapport

Het voorrecht van wegenprojecten

Juni 2020



Rapport

Het voorrecht van wegenprojecten

Verschillen tussen SRM2 en OPS bij
het berekenen van deposities

Apollon

Postbus 1040

2280 CA Rijswijk

T +31(0)70 415 22 60

F +31(0)70 415 22 61

E info@apollon.nl

www.apollon.nl

Document DR002853

Auteur Drs.Ir. S.A. Nijhuis

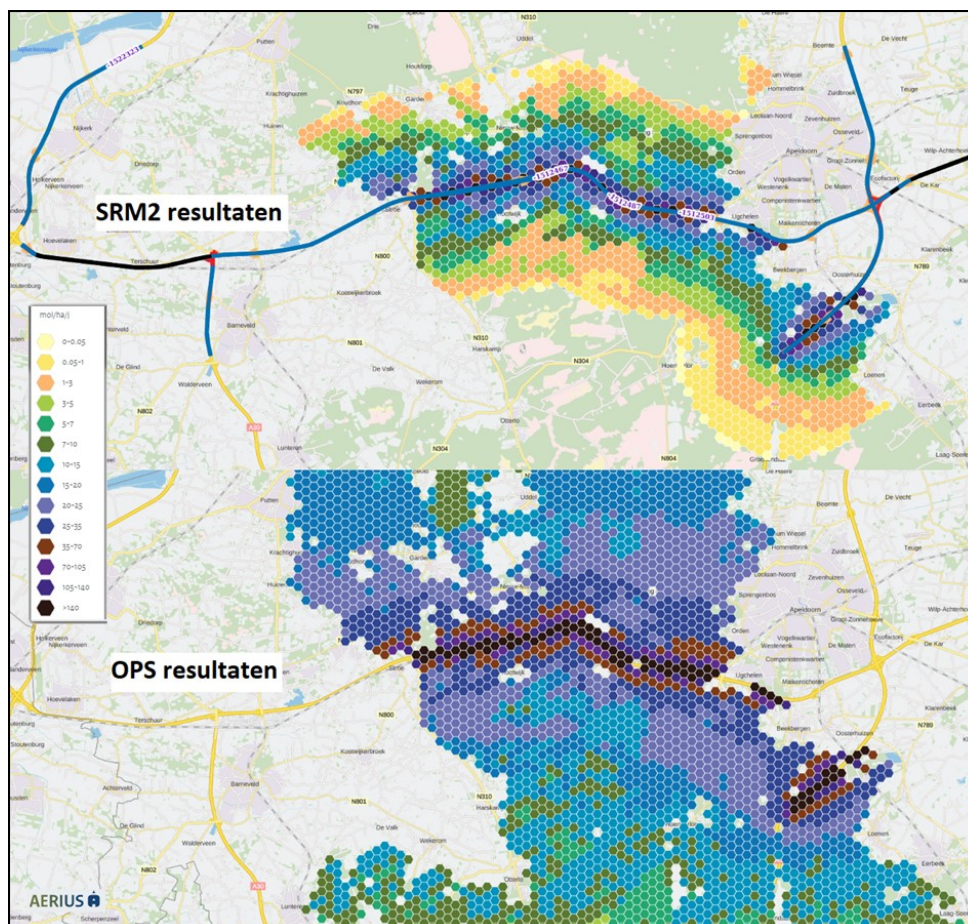
Rijswijk, 24 mei 2020

Printdatum 29 juni 2020

Samenvatting

Hoofdstuk 1: Inleiding

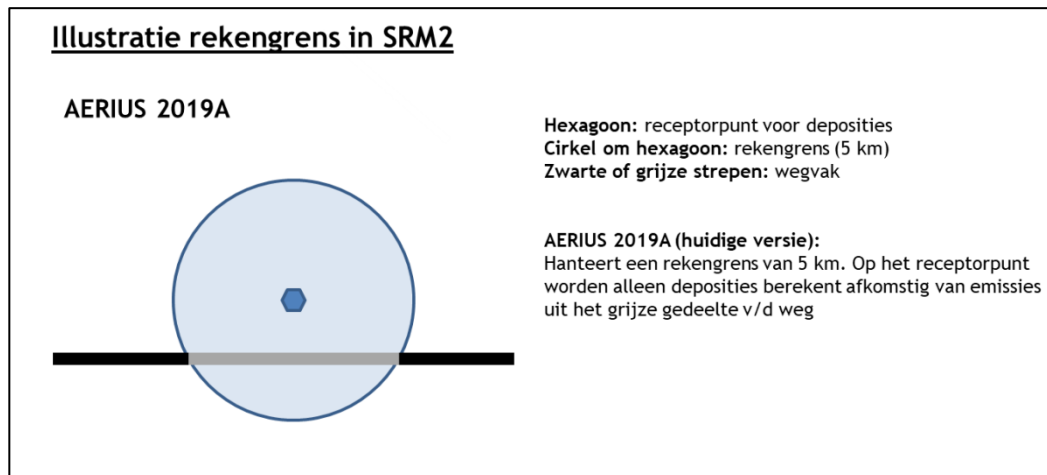
Voor het berekenen van deposities wordt gebruik gemaakt van het Nationale Rekeninstrument AERIUS. Daarbij wordt voor het Wegverkeer gebruik gemaakt van het verspreidingsmodel SRM2 (standaardrekenmethode 2) terwijl alle andere sectoren gebaseerd zijn op OPS (Operationele Prioritaire Stoffen model). Gebleken is dat dit tot grote verschillen in uitkomsten leidt en daarom is op initiatief van Apollon onderzocht hoe groot deze verschillen zijn en hoe ze ontstaan.



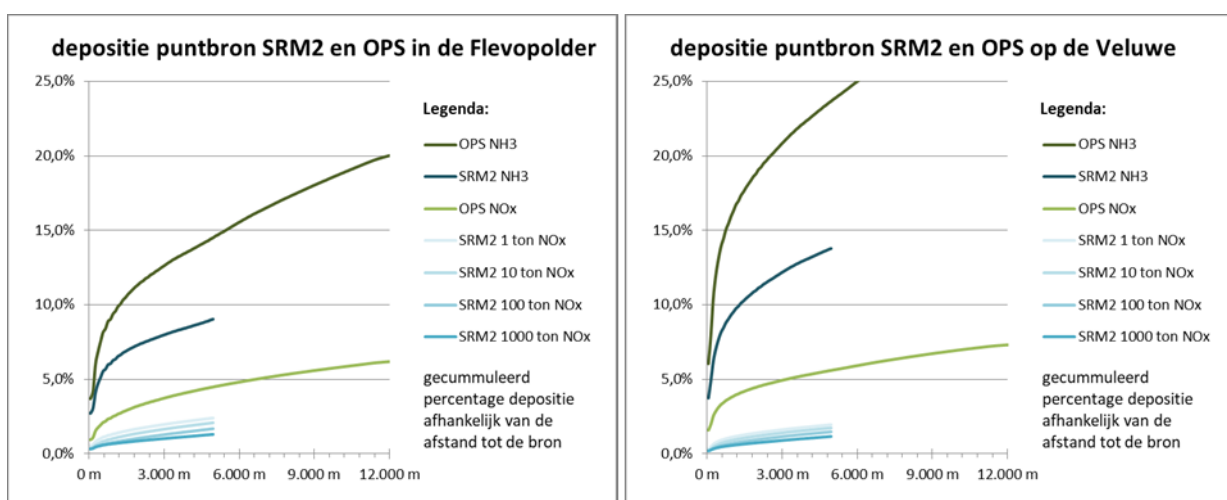
Hoofdstuk 2: Depositieberekening met SRM2 versus OPS

Initiatiefnemers van projecten moeten ten behoeve van de natuurwetgeving hun projecten toetsen met AERIUS. AERIUS maakt vervolgens de keuze met welk model de deposities worden berekend. Voor wegenprojecten wordt met SRM2 doorgerekend en overige projecten met OPS. Om te zien wat

het effect zou zijn als het project wordt doorgerekend met OPS zijn alle snelwegen in een onderzoeksgebied geselecteerd welke eerst als wegproject zijn doorgerekend. Vervolgens is het zelfde project doorgerekend als een spoorproject waarbij alle emissies overeenkomstig zijn geprojecteerd. Voorgaande figuur laat zien dat er grote verschillen zijn.



Het blijkt dat met OPS voor het onderzoeksgebied in de stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden 5,4 keer meer deposities worden berekend dan met SRM2. Het grootste in het oog springende verschil is daarbij de rekengrens op 5 km die in SRM2 wordt gehanteerd. Door deze rekengrens worden geen deposities berekend die zich verder dan 5 km van de weg bevinden. Maar dat is niet het enige effect van de rekengrens, want ook binnen de afstand van 5 km worden de deposities onderschat. Dat komt doordat voor elk punt waar deposities kunnen plaatsvinden, ook wel receptorpunt genoemd, alleen die emissies van wegen worden betrokken die zich rond een straal van 5 km van dat punt bevinden. Bovenstaande figuur illustreert dit.



Om beter inzicht te verkrijgen in de verschillen tussen SRM2 en OPS zijn er depositieberekeningen uitgevoerd in AERIUS waarbij uitgegaan wordt van een puntbron. Op die manier kan worden

onderzocht hoeveel procent van de geëmitteerde stoffen tot en met een bepaalde afstand tot deposities leiden. Daarbij is gekeken naar een punt op de Veluwe, waarbij hoge deposities worden verwacht en naar een punt in de Flevopolder, waar lage deposities worden verwacht. Hieruit blijkt dat naast de onderschatting die plaatsvindt doordat SRM2 een rekengrens hanteert nog een extra verschil tussen SRM2 en OPS bestaat. Want was alleen de rekengrens het probleem, dan zouden de lijnen van het OPS-model en die van het SRM2-model overeen moeten komen. Voor NO_x (stikstofoxides) is de mate van depositie t/m een afstand van 5 km in SRM2 een factor 2,7-3,8 keer lager dan in OPS. Voor NH_3 (ammoniak) is dat een factor 1,6-1,7 keer lager en bij elkaar genomen is de factor voor het wegverkeer 2,0-2,3 keer lager dan in OPS.

Hoofdstuk 3: Relevante achtergronden

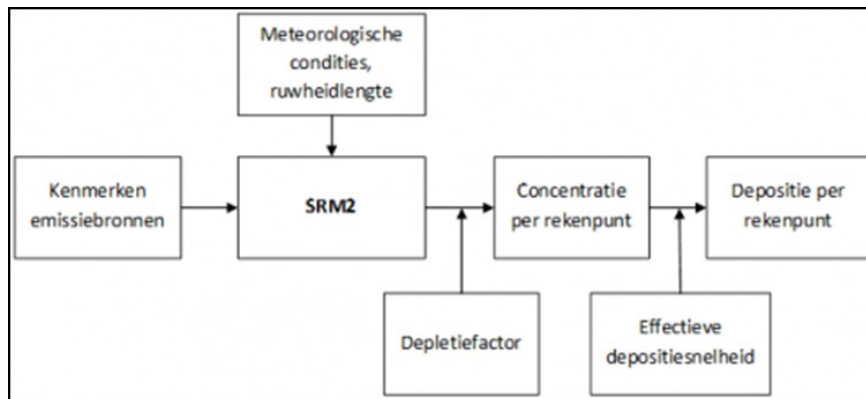
Verdere studie komt vervolgens tot een aantal bevindingen:

- Eerder hanteerde AERIUS naast de rekengrens op 5 km ook een afstandsgrens op 3km, waardoor deposities die verder dan 3 km vanaf de weg liggen zijn verwaarloosd. De Raad van State heeft echter deze afstandsgrens, die in de Wet Natuurbeheer was verankert, onverbindend verklaard, waarna deze uit AERIUS is verwijderd. Echter net als de afstandsgrens op 3 km levert ook een rekengrens op 5 km een substantiële onderschatting van de deposities op en het is zeer de vraag in hoeverre deze rekengrens wel verbindend is.
- Het blijkt dat SRM2 helemaal niet ontwikkeld is voor het berekenen van deposities. Om deposities te berekenen wordt vooraf voor alle stikstofgevoelige hexagonen een depositiesnelheid berekend die met OPS wordt vastgesteld.
- Bij het vaststellen van nationale deposities, bekend als grootschalige concentratie en depositiekaarten Nederland, kortweg GDN/GCN wordt gebruik gemaakt van OPS. En dat geldt ook voor de deposities afkomstig van het wegverkeer. Hierdoor wordt met OPS op nationale schaal rekening gehouden met relevante deposities afkomstig van het wegverkeer, terwijl de deposities met SRM2 ruim worden onderschat zodra wegenprojecten worden gerealiseerd.
- Uit de GDN/GCN gegevens blijkt dat ruim 19,6% van alle emissies van het totale wegennet tot deposities in Nederland leidt, overige deposities vinden plaats in het buitenland. Aangezien is vastgesteld dat SRM2 tot een afstand van 5 km slechts 3,3%-4,2% van de deposities berekent betekent dit dat op nationale schaal SRM2 deposities met een factor 4,7 - 6,0 onderschat.
- TNO heeft in een doelmatigheidsonderzoek een aantal gebreken bij de implementatie van SRM2 in AERIUS ontdekt en geadviseerd om ook voor het wegverkeer OPS te gebruiken.

Uiteindelijk komt het wetenschappelijk adviescollege “Meten en Bereken Stikstof”, kortweg de commissie Hordijk, in haar eindoordeel tot de conclusie dat SRM2 vanwege de rekengrens op 5 km niet doelgeschikt is voor de berekening van deposities en dat dit leidt tot onverdedigbare verschillen in de vergunningverlening.

Hoofdstuk 4: Verschillen SRM2 en OPS binnen 5 km

Onderzocht is het verschil tussen SRM2 en OPS, welke naast de rekgrens van 5 km bestaat. Dit verschil is opmerkelijk, omdat de depositiesnelheid welke SRM2 nodig heeft om deposities te berekenen met behulp van OPS wordt verkregen. Onderstaande afbeelding, uit de factsheets van AERIUS geeft schematisch weer hoe de deposities worden bepaald.



Bepalen effectieve depositiesnelheid

Het blijkt dat de methodiek waarmee de depositiesnelheid wordt bepaald (toegevoegd in Bijlage B) onnauwkeurig is. Het bijzondere is echter, dat deze methodiek weliswaar lokale verschillen tot gevolg geeft, maar er niet toe leidt dat de depositiesnelheid systematisch wordt onderschat. Onderstaande figuur laat de depositiesnelheid voor NO_x en NH₃ zien.



Het patroon kan met de gebruikte methode redelijk goed worden bepaald, maar effecten die dicht bij de weg optreden kunnen niet worden vastgesteld. Hiervoor corrigeert het RIVM met een schaling-methodiek. Dat het uiteindelijke verschil in depositiesnelheid beperkt is komt doordat de depositiesnelheid in hoge mate afhangt van de terreinruwheid en het landgebruik en niet zo zeer van de verdeling van de emissiebronnen.

Op deze wijze is de depositiesnelheid bepaald voor NO_x en voor NH_3 . Maar NO_x is een mengsel van NO_2 en NO , die met ozon tot elkaar in evenwicht staan. Daarbij vindt de depositie plaats via NO_2 . Daarom gaat SRM2 uit van de concentratie NO_2 en niet van NO_x . En daarbij ontstaat een fout, omdat ten onrechte verondersteld wordt dat de depositiesnelheid is bepaald voor de component NO_2 . In een evenwichtssituatie is de concentratie NO_2 een factor 1,6 - 2,0 lager dan die van NO_x en zo wordt ook de depositie met diezelfde factor onderschat. Tijdens de emissie is de concentratie NO_2 zelfs een factor 5 lager en is de onderschatting dicht bij de weg nog groter. Hoewel deze fout alleen betrekking heeft op NO_x en niet op NH_3 , heeft deze wel een belangrijk effect.

Depletiefactor

Doordat een deel van de NO_x en NH_3 emissies tot deposities leidt wordt ook de concentratie in de lucht verlaagd. Dit effect wordt depletie genoemd. Daarom wordt normaal gesproken tijdens het vaststellen van de concentratie een depletiefactor toegepast. In de berekening van SRM wordt echter eerst de concentratie berekend, waarvan uitgegaan wordt dat dit de juiste concentratie is, waarna vervolgens alsnog een depletiefactor wordt toegepast. Op die manier worden concentraties onterecht verlaagd. Voor NH_3 , wat relatief makkelijk tot depositie leidt scheelt dit een factor die tot 1,30 kan oplopen en voor NO_x scheelt dit een factor van maximaal 1,06.

Berekende concentratie in SRM

Omdat de AERIUS lucht in de NLS monitoring tool geen NH_3 concentraties berekent is het vergelijk van concentraties tot NO_x beperkt. Het blijkt dat de rekengrens die eerder voor deposities als problematisch werd gezien zijn oorsprong vindt in de berekende concentratie. Ook hier worden de concentraties binnen de afstandsgrens van 5 km onderschat, omdat concentratie-aandelen van verder weg gelegen weggedelen worden verwaarloosd. Op een afstand van 3,5 km is de met SRM2 berekende concentratie in het onderzoeksgebied een factor 4 lager dan met OPS. Verder blijkt, dat verhoogde concentraties vooral in de buurt van de weg zelf worden aangetroffen en daarna snel afnemen. De grote modelverschillen kunnen daardoor bij metingen vanwege de achtergrondconcentratie niet goed worden getraceerd.

Verder wordt geconstateerd dat OPS in vergelijking tot SRM2 praktisch op alle receptorpunten een hogere concentratie berekend dan SRM2, waardoor uiteindelijk geschat wordt, dat de berekende concentraties NO_x met SRM2 systematisch een factor 1,0 tot 1,3 lager zijn dan met OPS. Ook deze systematisch lagere concentratie heeft een verdere fout in de depositie tot gevolg. Een vergelijkbare fout geldt vermoedelijk ook voor NH_3 .

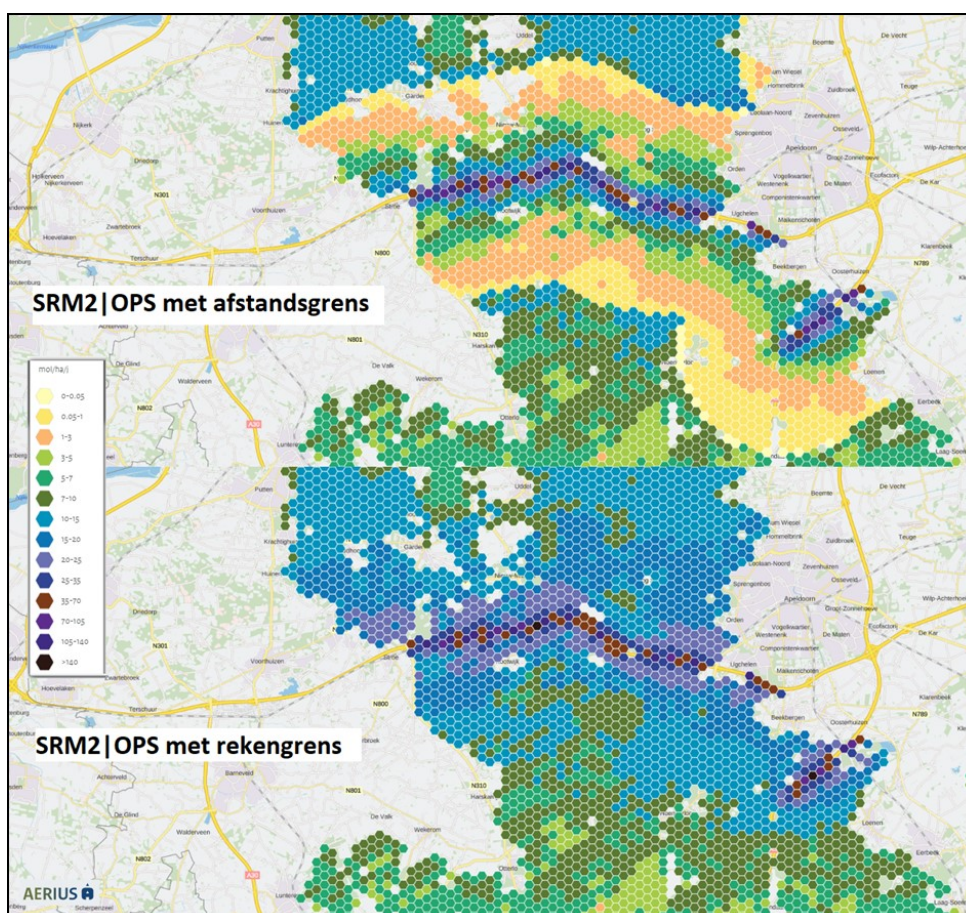


Geen natte depositie

SRM2 houdt geen rekening met de effecten van natte depositie. Dat komt omdat het model hiertoe niet is ingericht en omdat binnen een afstand van 5 km droge depositie overheerst. Pas op grotere afstand speelt natte depositie een belangrijkere rol. Toch is ook binnen een afstand van 5 km een beperkte mate van natte depositie aanwezig, waardoor de met SRM2 berekende depositie ook hier met een factor 1,03 tot 1,05 wordt onderschat.

Hoofdstuk 5: Gemengd gebruik SRM2 | OPS

Om de economie na de PAS-uitspraak weer vlot te trekken heeft het kabinet besloten om de maximum snelheid op snelwegen overdag naar 100 km/u te verlagen. Zo ontstaat depositieruimte waarmee woningbouw en 7 specifieke MIRT projecten mogelijk worden gemaakt. 70% van de ruimte is daarbij bedoeld voor de economie en 30% van deze depositiewinst is voor de natuur. De MIRT projecten zijn grote infrastructurele wegprojecten die met SRM2 worden doorgerekend.



Gebleken is dat het RIVM heeft gekozen voor een nieuwe methodiek om deposities te berekenen, te weten een gecombineerd gebruik van SRM2 en OPS. Tot een afstand van 5 km wordt daarbij gerekend met SRM2 en daarna wordt de berekening voortgezet met OPS. De suggestie wordt gewekt

dat tot een afstand van 5 km vanaf de weg gerekend wordt met SRM2, maar dat zou ook tot een rekgrens van 5 km kunnen zijn, waardoor ook binnen de afstand van 5 km vanaf de weg met OPS wordt gerekend.

Uit bovenstaande figuur blijkt dat als uitgaan wordt van een afstandsgrens er een hele harde grens op 5 km ontstaat. Het gebied waarin met OPS wordt gerekend onderscheidt zich dan duidelijk van het gebied waarin met SRM2 wordt berekend. Wordt echter met een rekgrens gerekend dan kan deze grens niet meer worden opgemerkt en is het verloop vloeiend. Omdat de door het RIVM berekende depositieruimte geen harde grenzen op 5 km van snelwegen vertoont mag ervan uitgegaan worden dat de generieke maatregel met een combinatie van SRM2 en OPS is doorgerekend uitgaande van een rekgrens bij 5 km.

Met het toepassen van een gecombineerd gebruik van OPS en SRM2 wordt de suggestie gewekt dat tot een afstand van 5 km tot de weg de uitkomsten voor de depositieberekening in het wegverkeer op dezelfde wijze zijn berekend als dat uiteindelijk met SRM2 tijdens het gebruik van de depositieruimte wordt toegepast. Dat is echter niet het geval, de uitkomsten met SRM2 zijn ook binnen de afstand van 5 km van de weg beduidend lager dan in de combinatie SRM2 en OPS. Indien SRM2 zou worden toegepast voor het realiseren van de 7-MIRT, dan zou uiteindelijk meer depositie plaatsvinden, dan met de generieke maatregel tot verlaging van de maximumsnelheid wordt bespaard. De natuur gaat hierdoor achteruit.

Hoofdstuk 6: Conclusies

Voor het berekenen van deposities maakt AERIUS gebruik van OPS als verspreidingsmodel, er is echter één uitzondering: voor projecten van het wegverkeer wordt gebruik gemaakt van SRM2. Het blijkt dat de berekende deposities met SRM2 een factor 4,7 en 6,0 keer lager te zijn dan met OPS. Hiervoor zijn verschillende redenen aan te wijzen:

- Het belangrijkste verschil is dat SRM2 een rekgrens kent van 5 km. Hierdoor worden geen deposities meegenomen buiten een afstand van 5 km, terwijl deposities tot op wel honderden kilometers vanaf de bron plaatsvinden. Maar ook binnen de afstand van 5 km rond de wegen wordt op deze wijze de depositie onderschat. Ook blijkt dat de natte deposities zijn verwaarloosd.
- Bij het berekenen van de depositiesnelheid maakt SRM2 gebruik van de depositiesnelheid van OPS. Bij het toepassen van deze snelheid blijkt vervolgens een fout te zijn gemaakt, doordat een depositiesnelheid voor NO_x wordt berekend terwijl de snelheid voor NO_2 wordt gebruikt. Omdat de concentratie NO_2 slechts 50-60% van de totale concentratie NO_x uitmaakt wordt ten gevolge daarvan de hoeveelheid depositie NO_x onderschat.
- Er wordt een correctie op de concentratie middels een depletiefactor toegepast, terwijl verondersteld had mogen worden dat bij het berekenen van de concentratie hier impliciet al

rekening mee was gehouden. Met het additioneel toepassen van een depletiefactor wordt de depositie verder onderschat.

- Het blijkt dat de concentraties in SRM2 lager zijn dan in OPS. Ook hierdoor vindt een onderschatting van de deposities plaats.

Bij elkaar genomen zijn de verschillen groot. Opmerkelijk is daarbij dat fouten die gemaakt zijn, door verwisseling van NO_x en NO_2 bij het toepassen van de depositiesnelheid en het onterecht achteraf toepassen van een depletiefactor, al tijdens het doelmatigheidsonderzoek van TNO in 2015 waren ontdekt. Maar ook als de verschillen klein zouden zijn is het onwenselijk om uitsluitend voor het wegverkeer een uitzondering te creëren. Belangrijk is immers om voor een model te kiezen, welke vervolgens voor alle sectoren op gelijke wijze wordt toegepast.

Opmerkelijk is dat de vrijgekomen depositieruimte die door het verlagen van de maximumsnelheid overdag naar 100 km/u is ontstaan is berekend met een combinatie van SRM2 en OPS, waarbij tot een rekengrens van 5km is gerekend met SRM2 en daarna met OPS. De vrijgekomen depositieruimte zou voor 70% moeten worden gebruikt voor de woningbouw en voor 7 MIRT projecten terwijl de overige 30% wordt voor het herstel van de natuur is gereserveerd. Maar als bij het realiseren van de 7 MIRT projecten SRM2 wordt toegepast, dan worden de deposities onderschat. Want ook binnen de afstand van 5 km berekent SRM2 minder deposities dan de combinatie SRM2 en OPS welke bij het vaststellen van de depositieruimte is gebruikt. Op deze manier wordt meer depositieruimte gebruikt, dan bij verlagen van de maximumsnelheid is vrij gekomen en komt van natuurherstel weinig terecht.

Inhoudsopgave

Samenvatting	1
H1 Inleiding	11
H2 Deposities berekening met SRM2 versus OPS	13
2.1 Inleiding	13
2.2 Selectie van gegevens	13
2.3 Berekening in SRM2 en in OPS	13
2.4 Afstandsgrens en Rekeningrens in SRM2	17
2.5 Verloop deposities bij SRM2 en OPS	18
2.6 Samenvatting	22
H3 Relevante achtergronden SRM2 in relatie tot OPS	23
3.1 Inleiding	23
3.2 Reikwijdte van het SRM2-model	23
3.3 Effecten wegverkeer op grootschalige depositiekaarten Nederland (GDN)	24
3.4 Dubbeltellingscorrectie	26
3.5 Technical Review door TNO	27
3.6 Geschiktheid OPS	28
H4 Verschillen tussen SRM2 en OPS binnen 5 km	29
4.1 Inleiding	29
4.2 Rekenraster GCN/GDN als basis voor de depositiesnelheid	29
4.3 Depositiesnelheden volgens factsheet RIVM	31
4.4 Berekening depositiesnelheid in het onderzoeksgebied	33
4.5 Verschil tussen NO _x en NO ₂	37
4.6 Concentratie verschillen tussen SRM2 en OPS	38
4.7 Depletie en samenvatting van concentratie effecten	42
4.8 Natte depositie	43
4.9 Samenvattend	44
H5 Gemengd gebruik SRM2 OPS	46
5.1 Inleiding	46
5.2 Overgang SRM2 naar OPS bij afstandsgrens of bij rekeningrens	46

5.3	Berekening uitgaande van afstandsgrens	46
5.4	Berekening uitgaande van rekengrens	47
5.5	Gebruikte berekeningsmethodiek voor generieke maatregel	49
H6	Conclusies	52
	Bijlage A: Figuren met gedetailleerde berekeningsuitkomsten	54
	Bijlage B: Factsheet- bepalen depositiesnelheden wegverkeer	62

H1 Inleiding

Ten behoeve het berekenen van effecten van Stikstofdeposities is door het RIVM een internet applicatie ontwikkeld, het nationale rekeninstrument AERIUS. De applicatie moet worden toegepast bij meldingen, vergunningsaanvragen en milieueffectrapportages. Binnen AERIUS worden verschillende modules gehanteerd.

In eerste instantie worden van de activiteiten de emissies bepaald. Dit kan bijvoorbeeld met emissiefactoren en voor verschillende type activiteiten kan dit verschillend zijn. Doch uiteindelijk gaat het erom dat de emissies van reactief stikstof worden berekend bij bijbehorende eigenschappen, zoals het moment van emissie, de warmte-inhoud en fysieke barrières. Reactief stikstof bestaat daarbij uit twee hoofdcomponenten te weten stikstofoxides (NO_x) en ammoniak (NH_3). Hoewel deze stoffen gedurende het transport door de atmosfeer verschillende secundaire verbindingen kunnen aannemen, zullen ze uiteindelijk vrijwel altijd ergens leiden tot stikstofdeposities.

Nadat de emissies vastliggen kan vervolgens de deposities berekend worden en dit gebeurt met een verspreidingsmodel. Berekend wordt hoe de emissies zich op grond van meteorologische omstandigheden verspreiden en hoe dit vervolgens afhankelijk van de terreinruwheid en het landgebruik tot deposities leidt. Het bijzondere is echter dat voor het wegverkeer het model SRM2 (standaardrekenmethode ten behoeve van wegen in de open vlakten) wordt toegepast terwijl voor alle andere sectoren, zoals de landbouw, de industrie, huishoudens en commerciële activiteiten, maar ook voor andere transportactiviteiten zoals spoorwegen, de scheep- en luchtvaart OPS wordt toegepast. SRM1, het model ten behoeve van wegen binnen de gebouwde omgeving is niet in AERIUS geïmplementeerd.

Dit rapport gaat over het verschil tussen SRM2 (wegverkeer) en OPS (overige activiteiten). Het probleem is namelijk dat SRM2 substantieel minder deposities berekend dan OPS, hetgeen eerder door G.J. Cats in 2017¹ is vastgesteld. Het rapport is als volgt opgebouwd.

Hoofdstuk 2 maakt een vergelijk tussen OPS en SRM2, legt de gehanteerde rekengrens binnen SRM2 uit en vergelijkt ook het depositieverloop van OPS en SRM2

¹ GJ Cats heeft in eigen studies vastgesteld, dat deposities binnen een afstand van 5km tot de weg te laag worden berekend en deze informatie is in 2017 met TNO en in december 2019 met het RIVM gedeeld.

Hoofdstuk 3 beschouwt een aantal voor het vergelijk relevante aspecten, zoals de reikwijdte van het SRM2 model, de berekening van GDN/GCN, legt de dubbeltellingsmethodiek uit en de algemene geschiktheid van OPS en SRM2.

Hoofdstuk 4 gaat in op de verschillen tussen OPS en SRM2 binnen de rekgrens van 5 km. Gekeken wordt naar de wijze van vaststellen van depositiesnelheden voor SRM2 waarbij deze wordt berekend en vergeleken met de factsheet gegevens van AERIUS, concentratieverschillen tussen OPS en SRM2 worden beschouwd en tot slot wordt ook gekeken naar natte depositie, welke geen onderdeel uitmaakt van het SRM2.

Hoofdstuk 5 gaat in op een gecombineerd gebruik van SRM2 en OPS. Dit gecombineerde gebruik van SRM2 en OPS blijkt te zijn toegepast bij het vaststellen van de depositieruimte voor bouw- en de zogenaamde MIRT-7 projecten.

Hoofdstuk 6 sluit af met conclusies.

H2 Deposities berekening met SRM2 versus OPS

2.1 Inleiding

SRM2 en OPS zijn beide verspreidingsmodellen voor luchtverontreinigingen waarmee deposities worden berekend. In AERIUS wordt daarbij OPS algemeen als verspreidingsmodel gebruikt, echter alléén voor het wegverkeer wordt SRM2 als verspreidingsmodel toegepast. Dit hoofdstuk onderzoekt wat er gebeurd als wegen ook worden doorgerekend met OPS in plaats van SRM2. Daartoe worden eerst onderzoeksgegevens geselecteerd, waarna deze worden doorgerekend met zowel OPS als ook SRM2. De binnen SRM2 gebruikte rekengrens wordt toegelicht evenals dat het depositieverloop voor zowel OPS als ook SRM2 wordt berekend en met elkaar vergeleken.

2.2 Selectie van gegevens

Ten behoeve van het onderzoek naar de verschillen tussen SRM2 en OPS is gekozen voor een wegsegment in het centrum van Nederland, waarbij enerzijds relevante deposities in een nabijgelegen groot Natura 2000 gebied plaatsvinden en anderzijds de weg ook leidt langs een deels meer open landschap en deels ook een stedelijke karakter. Er is uitsluitend naar snelwegen gekeken en daarbij is de A1 tussen Amersfoort en Apeldoorn gekozen met stukjes A28, A30 en A50 binnen een rechthoekig venster van 15 x 45 km. Als referentiejaar is daarbij 2017 gekozen, daar over dit jaar door het RIVM op 7 januari 2020 alle geregistreerde stikstof-emissiedata beschikbaar zijn gesteld. Op deze manier kunnen ook deze data bij het onderzoek worden betrokken. De relevante wegvak data zijn verkregen door handmatige selectie met behulp van de NSL monitoringtool van het RIVM. Een (veel) ruimer venster kon overigens niet worden geselecteerd, daar de NSL monitoringstool een export van meer dan 1.000 km² niet is toestaan. Met de update van begin mei 2020 waarbij de NSL monitoringstool met AERIUS lucht² is uitgebreid was het vervolgens verbazingwekkend eenvoudig mogelijk om de via NSL verkregen exportdata in te lezen in AERIUS SCENARIO. Op die manier kan worden geborgd dat alle relevante weggegevens, zoals voertuigintensiteiten, samenstelling van type voertuigen, de verschillende snelheidsregimes en andere wegeigenschappen zoals verdiepte ligging, (geluid)schermen of tunnels zoals ze zijn geweest in 2017 juist zijn verkregen en dat het in deze rapportage gaat om representatieve data.

2.3 Berekening in SMR2 en in OPS

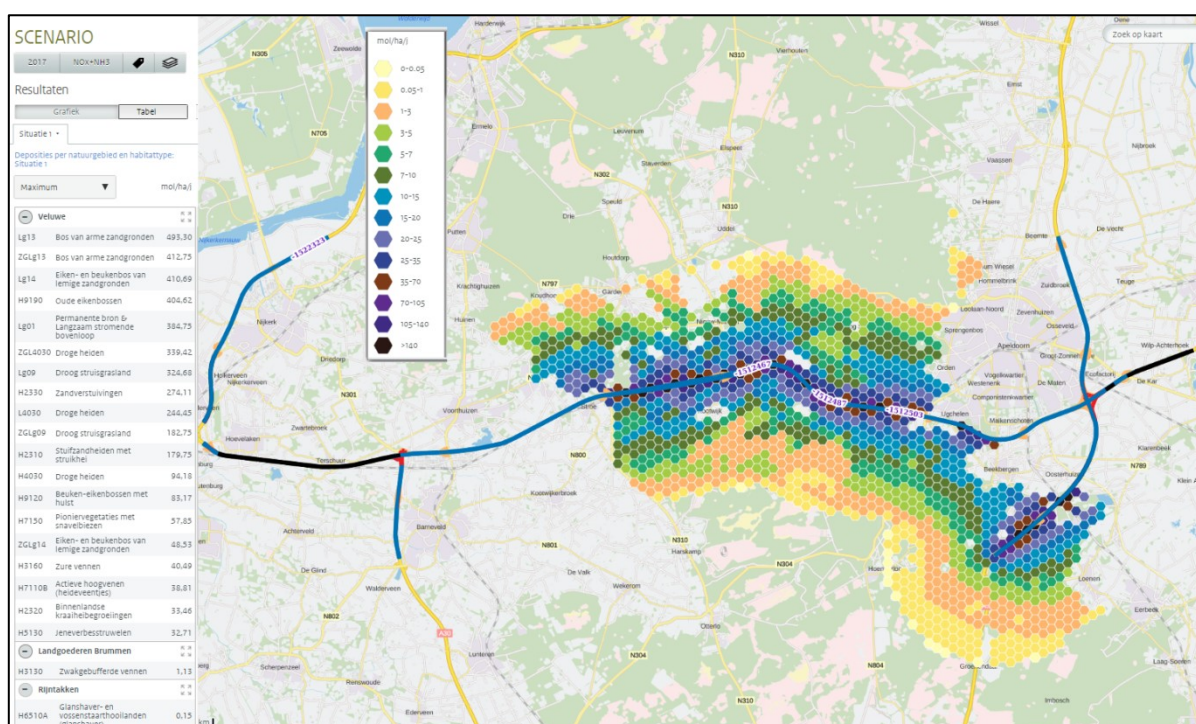
Zoals inleidend vermeld worden wegen in AERIUS standaard doorgerekend met SRM2. Indien men met AERIUS OPS wil gebruiken voor het berekenen van deposities, zal men derhalve een andere

² Oplevernotitie AERIUS lucht rekentool 2020, 1 mei 2020 - <https://www.aerius.nl/nl/nieuws/aerius-lucht-rekentool-2019-en-rekentool-2020-beschikbaar>



sector moeten kiezen. Buiten dit onderzoek is overigens al eerder vastgesteld, dat het niet uitmaakt welke sector gekozen wordt om de deposities te berekenen. Als de emissie-eigenschappen identiek zijn, dan zal OPS altijd dezelfde deposities uitrekenen ongeacht de keuze van de sector. Het zijn dan ook uitsluitend de emissiegegevens die relevant zijn als input voor de depositieberekeningen. Overigens staat dit ook zo in de technische specificatie van OPS beschreven³.

Als eerste zijn met de NSL-gegevens van het gekozen gebied de deposities door AERIUS op de reguliere manier berekend. Gebruik gemaakt wordt dan van SRM2. Onderstaande figuur toont daarvan de resultaten, waarbij tevens ook de ingevoerde wegen zichtbaar zijn gemaakt.



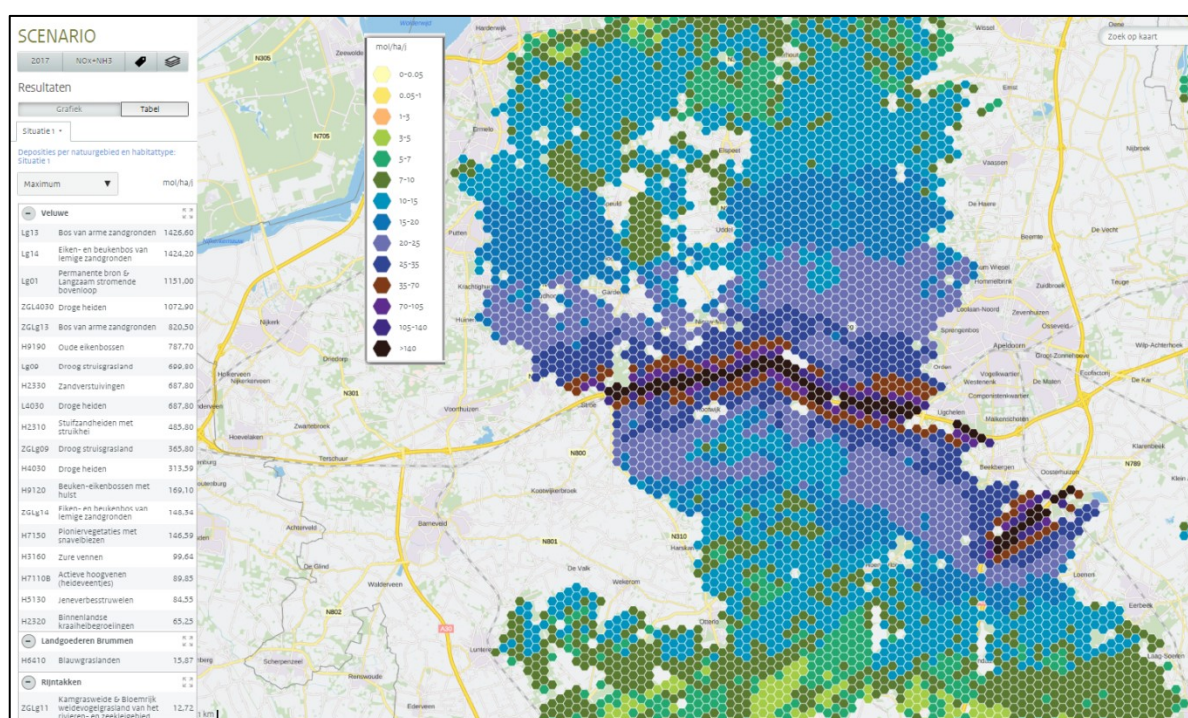
Figuur 1: Rekenresultaat met SRM2

Vervolgens zijn dezelfde gegevens ook met OPS berekend. Dit is gebeurd door de emissiegegevens welke met SRM2 uit AERIUS kon worden verkregen door de sectorcode en de invoerdata voor snelwegen om te zetten naar de sectorcode en invoerdata voor spoorwegen. Dit is met behulp van eigenstandig ontwikkelde programmatuur gedaan, waarbij alle andere input, zoals de positie en verloop van de weg (de locatiegegevens van de lijnbronnen), de emissies van NO_x, NH₃, PM10 en NO₂ evenals ook de emissiehoogte, de spread en de warmte-inhoud ongewijzigd uit de SRM2 berekening zijn overgenomen. Wat betreft tijdspreiding van de emissies is daarbij net als bij het wegverkeer, uitgegaan van het standaardvariatieprofiel voor het wegtransport. Op deze wijze zijn alle emissiegegevens identiek omgezet en is een berekening met OPS mogelijk. Specifieke

³ The OPS model, Description of OPS-model 4.5.2, Sauter en v Zanten et al., 2018, RIVM



wegeigenschappen zoals geluidsschermen, verdiepte over verhoogde ligging zijn niet overgenomen, maar zouden overigens wel middels modules voor gebouwinvloed en variatie in uitstoothoogte overgenomen kunnen worden. Deze aspecten hebben maar een zeer beperkte invloed op de rekenresultaten en vereisen een andere studie; ze zijn daarom achterwege gelaten. Voor de volledigheid in is Bijlage A een figuur opgenomen, waarin de locatie van wegeigenschappen voor het onderzochte tracé zijn beschreven. Verder laat de beschrijving zien, dat AERIUS de lijnbronnen automatisch in puntbronnen omzet, waarbij de emissiepunten telkens op een maximale afstand van 25 meter tot elkaar liggen.



Figuur 2: rekenresultaat met OPS

De verschillen zijn enorm. Overigens geeft de documentatie van AERIUS geen uitleg waarom afwijkend van alle andere depositieberekeningen voor het wegverkeer gebruik gemaakt wordt van SRM2 in plaats van OPS. Opvallend is dat SRM2 slechts emissies berekend tot een afstand van 5 km tot de weg, terwijl de deposities bij OPS over een veel groter gebied plaatsvinden. Deze rekengrens staat wel in de Factsheets van AERIUS beschreven⁴.

Onderstaande figuur laat daarom de met OPS berekende impact van dit wegsegment op alle stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden zien. Ook getalsmatig kan dit verschil zichtbaar worden gemaakt.

⁴ <https://www.aerius.nl/nl/factsheets/berekening-depositiebijdrage-bronnen-sector-verkeer-en-vervoer/16-09-2019>



Figuur 3: rekenresultaat OPS voor heel Nederland

Tabel 1: Samenvatting van resultaten verkregen met SRM2 en met OPS

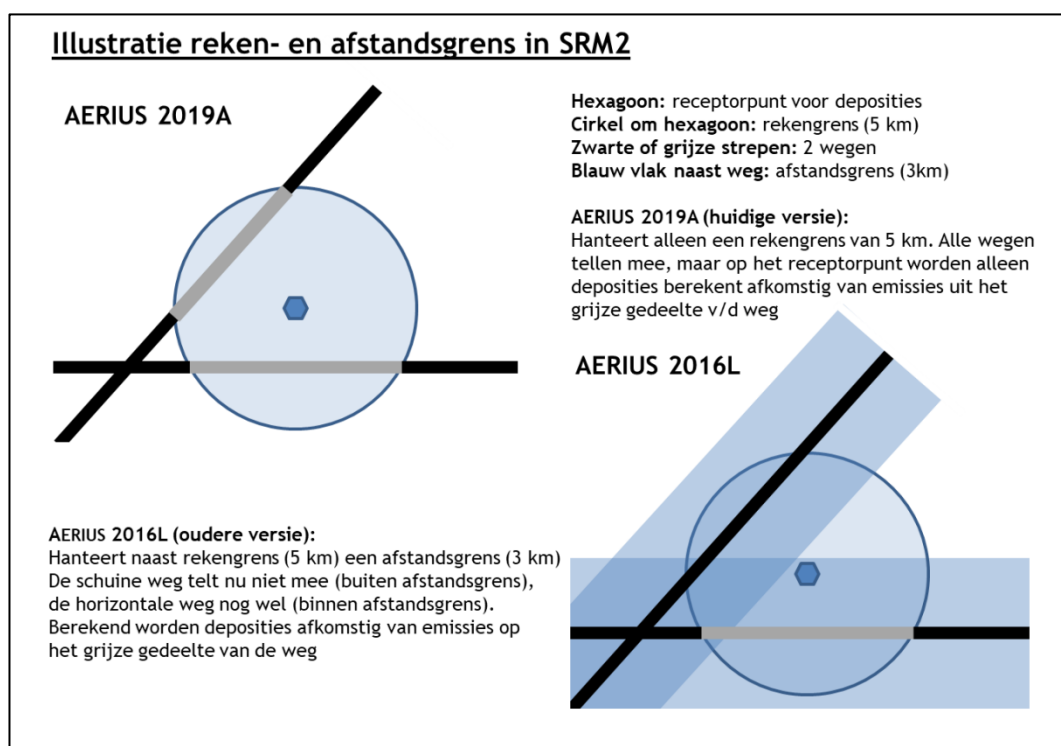
	Emissies berekend in AERIUS	Deposities SRM2	Deposities OPS	Factor Verschil
Getroffen hexagonen		22.231	255.034	11,5 x
Ammoniak (NH₃)	83,26 ton/jr	2,94 ton/jr (3,53%) 173 kmol /jr	10,67 ton/jr (12,82%) 627 kmol /jr	3,6 x
Stikstofoxides (NO_x)	1,64 kton/jr	7,98 ton/jr (0,49%) 173 kmol/jr	56,46 ton/jr (3,44%) 1.227 mol /jr	7,1 x
Totale depositie		346 kmol/jr	1.854 kmol/jr	5,4 x

Bij SRM2 wordt slechts tot de rekengrens van 5 km deposities berekend, terwijl OPS geen rekengrens heeft. Het blijkt vervolgens dat in deze gebiedsselectie met SRM2 een factor 5,4 keer minder deposities berekend zijn, dan met OPS. Deels komt het doordat met OPS in veel meer gebieden rekt, maar ook binnen de gebieden die met SRM2 wel berekend zijn, zijn de uitkomsten van SRM2 substantieel lager. Zo blijkt de hoogste depositie in deze berekening bij SRM2 493 mol/ha/jr te zijn terwijl OPS op 1.427 mol/ha/jr uitkomt. Overigens worden met AERIUS alleen deposities op stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden, aangeduid als hexagonalen van elk één hectare berekend indien de depositie hoger is dan 0,005 mol/ha/jr. Aangezien een groot deel van de onderzochte wegen buiten de Natura 2000 gebieden liggen zijn ook de percentage deposities in bovenstaande tabel relatief laag.

2.4 Afstandsgrens en Rekengrens in SRM2

Zoals blijkt rekt SRM2 niet verder dan 5 km terwijl deposities tot op hele grote afstand kunnen plaatsvinden, zelfs tot ver buiten de landgrenzen. Tot voor kort werd echter in SRM2 voor het berekenen van deposities naast de rekengrens van 5 km ook een afstandsgrens van 3 km gehanteerd. Maar met de uitspraken op 29 mei 2019 heeft de Raad van State niet alleen de PAS systematiek verworpen, zij heeft ook een oordeel gegeven over de 3 km afstandsgrens voor hoofdwegen, die in het toenmalige Besluit natuurbescherming (Bnb) waren opgenomen. De betreffende onderdelen van het Bnb werden onverbindend verklaard. Het daarop gebaseerde SRM2 in de toenmalige AERIUS versie 2016L bleek daardoor ondeugdelijk. In september 2019 is daarop een gerepareerde versie 2019 van AERIUS uitgekomen, waaruit de 3 km afstandsgrens is verwijderd. De rekengrens van SRM2 op 5 km, welke naast de afstandsgrens op 3 km ook bestond, is daarbij niet verwijderd en wordt nog steeds binnen de huidige AERIUS versie 2019A toegepast. Het valt zeer te betwijfelen of met het blijven hanteren van een rekengrens op een afstand van 5 km recht wordt gedaan aan de uitspraak van de Raad van State, die overigens naast de afstandsgrens voor wegen op 3 km ook de afstandsgrens voor vaarwegen op 5 km heeft verworpen.

De afstandsgrens, voorheen op 3 km afstand, is daarbij een grens vanaf de weg waarna de rekenuitkomsten op nul worden gezet. Parallel aan een weg worden dan buiten een bandbreedte van 3km de deposities verwaarloosd, deze grens bestaat niet meer. De rekengrens is iets anders. Het gaat daarbij om een beperking van het model, die zelf geen berekeningen uitvoert die verder strekken dan 5 km, en daarmee de deposities op nul zet voor elk emissiepunt op een weg dat verder dan 5 km weg ligt.



Figuur 4: Illustratie verschil SRM2 in AERIUS 2019A (alleen rekengrens) en AERIUS 2016L (met afstandsgrens en rekengrens)

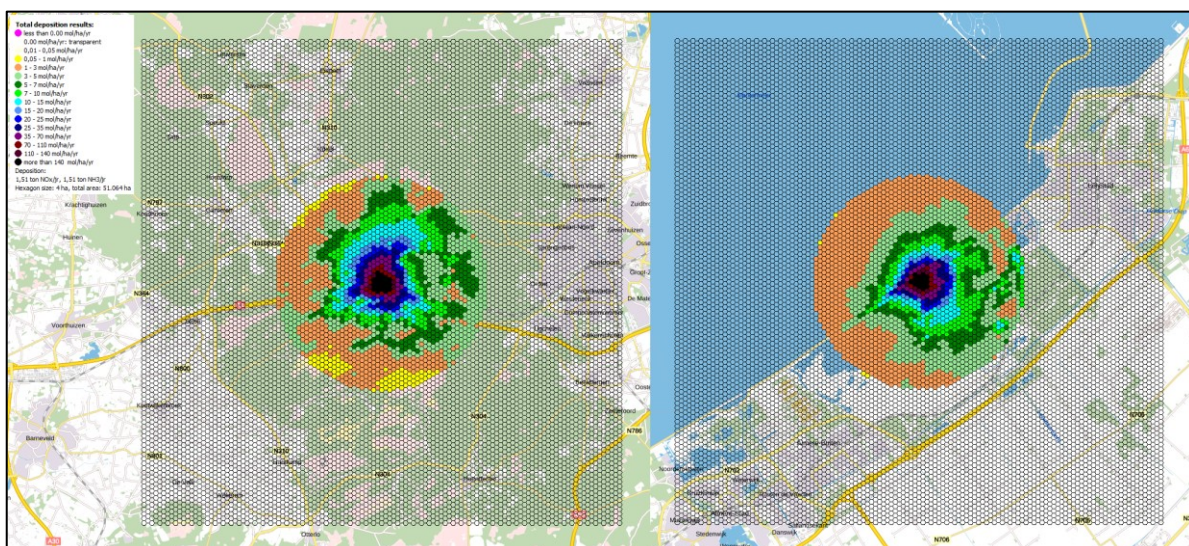
Op dit moment hanteert AERIUS 2019A alleen een rekengrens van 5 km, waardoor er geen deposities berekend worden verder dan 5 km vanaf het receptorpunt. Bovenstaande figuur illustreert het verschil tussen afstandsgrens en rekengrens. Het laat zien dat de rekengrens niet alleen tot gevolg heeft dat op een afstand groter dan 5 km geen deposities met SRM2 kunnen worden berekend, maar het laat ook zien dat binnen de 5 km afstand van de weg dit leidt tot een significante onderschatting van deposities. Immers alleen de emissies afkomstig van de grijze delen van de weg worden betrokken bij het berekenen deposities, het effect van de overige weggedelen op dat receptorpunt wordt daarbij verwaarloosd.

2.5 Verloop deposities bij SRM2 en OPS

Om de theoretische verschillen tussen SRM2 en OPS beter inzichtelijk te maken zijn de effecten van puntbronnen onderzocht in plaats van de gebruikelijke lijnbronnen, waarvan bij wegen sprake is. Gekozen is zodoende voor een weglengte van 25 meter. 25 meter is de maximale afstand tussen twee puntbronnen indien OPS lijnbronnen omzet naar puntbronnen. Vervolgens is een snelweg met een weekdaggemiddelde wegentensiteit van 75.000 voertuigen in beide rijrichtingen als uitgangspunt beschouwd, waarbij de emissies op een weglengte van 5 km tot 25 meter worden samenvoegt. Dat komt neer op 30 miljoen voertuigen per dag op één rijstrook. Indien nu verder wordt uitgegaan van de thans van toepassing zijnde snelheidslimiet van 100 km/u, net als bij overige onderzoeksgegevens in dit rapport wordt uitgegaan van het zichtjaar 2017 en bovendien 15% stagnatie, dan brekend SRM2 in AERIUS 100,04 ton NO_x plus 10,16 ton NH_3 aan jaarlijkse

emissies. Door het aantal voertuigen te variëren is naast 100 ton NO_x/jr ook 1, 10 en 1.000 ton NO_x/jr onderzocht om het effect van de variaties in emissies inzichtelijk te maken. Van deze wegen zijn vervolgens de deposities zowel met SRM2 als ook met OPS op de eerder genoemde wijze berekend.

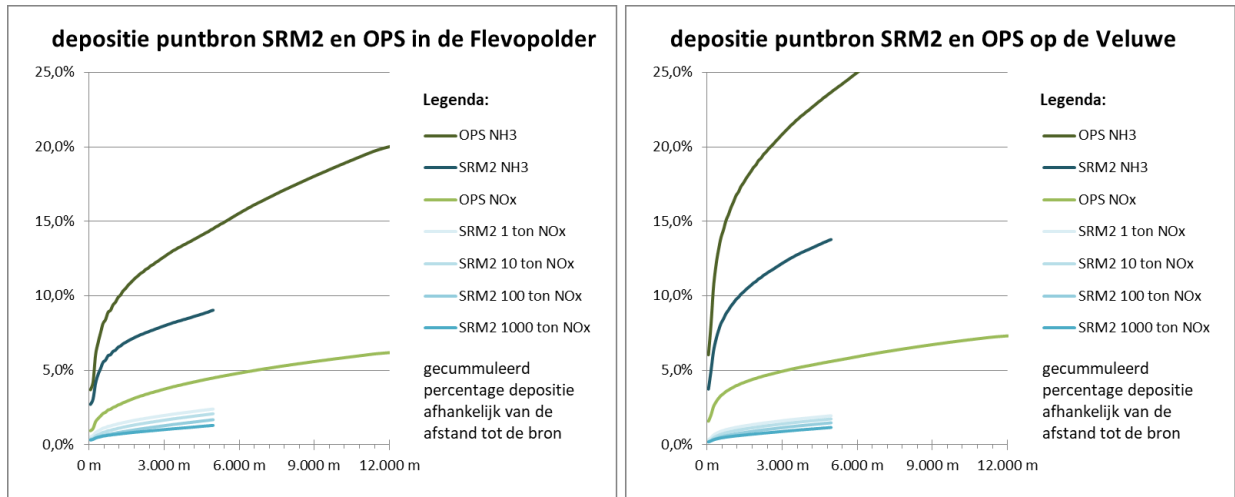
Getest zijn daarbij twee situaties. Als eerste een situatie met een ruw oppervlak en een landgebruik welk naar verwachting veel depositie oplevert. Hierbij is gekozen voor een virtuele emissiebron in de Veluwe. Vervolgens is ook een vlak oppervlak gekozen met een landgebruik waarbij weinig depositie wordt verwacht. Gekozen is daarbij een virtuele emissiebron in de Flevopolder. Ten behoeve van deze berekening is een reken-grid van receptorpunten samengesteld ter grootte van 22,5 x 22,5 km van hexagonen ter grootte van elk 4 ha. Een meer gedetailleerd of veel groter reken-grid was niet mogelijk, daar AERIUS SCENARIO geen eigen rekenpunten accepteert, en AERIUS CALCULATOR een restrictie hanteert op het aantal zelf ingevoerde receptorpunten.



Figuur 5: Rekenrasters voor emissiepunt op de Veluwe en in de Flevopolder, 100 ton/jr berekend met SRM2

Om een beter beeld te krijgen zijn in bovenstaande figuur van deze beide rekengrids de uitkomsten voor de SRM2 berekening bij 100 ton NO_x per jaar getoond. Opgemerkt wordt, dat hiermee niet gepretendeerd wordt dat uitersten zijn beschouwd, doch kan wel een range van depositiesterkte inzichtelijk worden gemaakt, welke in Nederland redelijke wijze kan worden verwacht. Voor een volledig beeld van deze berekeningen zijn in Bijlage A additionele figuren opgenomen.

Vervolgens zijn voor alle berekeningen in onderstaande figuren de resultaten samengevat. Hier is uitgezet de totale gecumuleerde depositie vanaf het emissiepunt als fractie van de totaal geëmitteerde hoeveelheid NO_x en NH₃. Zoals verwacht komt SRM2 niet verder dan 5 km, terwijl OPS ook na 5 km nog relevante deposities heeft.



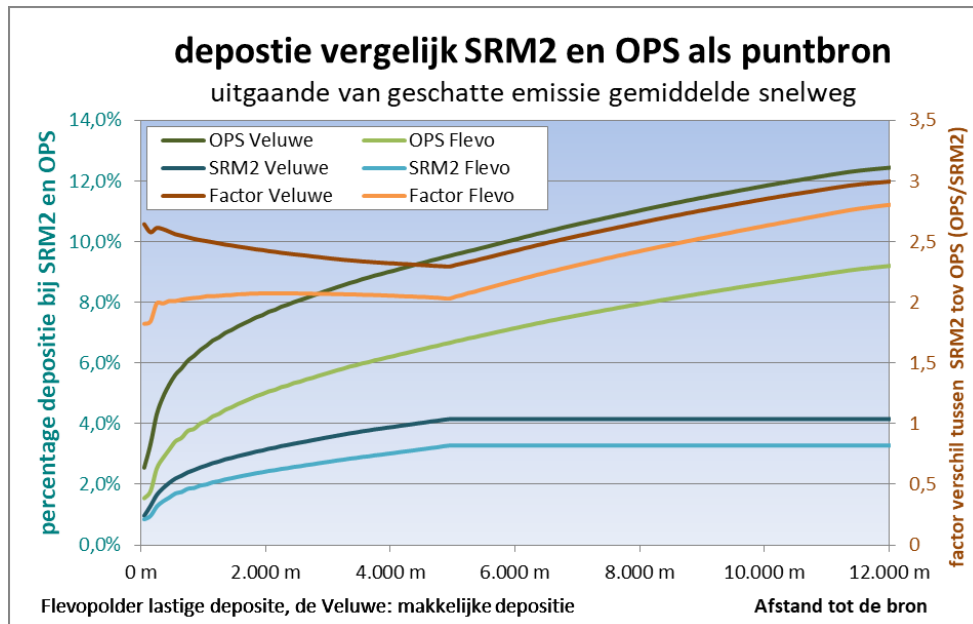
Figuur 6: depositie percentages vanaf een puntbron voor OPS en SRM2 in de Flevopolder en op de Veluwe

Het blijkt verder dat voor NH₃ de uitkomsten niet afhankelijk zijn van de verkeersintensiteit. Dit betekent dat beide verspreidingsmodellen telkens dezelfde fractie van de emissie aan depositie per rekenpunt vaststelt. Zodoende zal de emissie indien deze 10x groter is, op elk rekenpunt een depositie berekenen die een factor 10 groter is. Bij NO_x ligt dat anders. Hier is voor het rekenmodel SRM2 de mate van depositie wel afhankelijk van de absolute hoeveelheid emissies terwijl dit voor OPS niet het geval is. Uit de modelbeschrijving blijkt, dat het rekenmodel SRM2 rekening houdt met een chemisch evenwicht van NO_x met ozon⁵. Als heel veel NO_x wordt geëmitteerd dan zal het ozon opraken en wordt er verhoudingsgewijs minder NO₂ uit NO worden gevormd. En aangezien NO₂ de component is welke uiteindelijk bepalend is voor de depositie⁶, neemt ook overall verhoudingsgewijs de depositie af, naarmate er meer NO_x uitstoot plaatsvindt. Voor het wegverkeer in dit voorbeeld is NO_x-uitstoot een mengsel van 18% NO₂ en 82% NO, terwijl uiteindelijk de verhouding tussen NO₂: NO ongeveer 1 op 1 wordt. Het is daarom juist, dat bij een grotere emissie de depositie verhoudingsgewijs afneemt. Overigens betekent dit niet automatisch dat OPS hier een fout maakt. OPS maakt gebruik van achtergrond concentratiekaarten, waarbij impliciet is rekening gehouden met deze reacties en de daardoor veranderde lokale verhoudingen van concentraties, waaronder de concentratie van ozon. Fouten in OPS ontstaan pas als zeer grootte veranderingen in emissies plaatsvinden. Bij de meeste projecten gaat het overigens ook alleen om beperkte

⁵ Ozon = O₃, reactie: NO₂ + O₂ <-> NO + O₃, waarbij NO_x = NO₂ + NO

⁶ Overdag kan HNO₃ (salpeterzuur) uit NO₂ ontstaan door een verbinding met een hydroxylradicaal (OH) aan te gaan, welke door de invloed van UV-licht uit water kan worden gevormd. Gedurende de nacht kan NO₂ met ozon via NO₃ en een ander NO₂ molecuul verder naar N₂O₅ oxideren hetgeen met water tot twee HNO₃ moleculen hydrolyseert. In beide gevallen is HNO₃ het molecuul welke tot droge of natte depositie leidt.

veranderingen in emissies. Bovenstaande figuren laten zien dat er grote verschillen bestaan in cumulatieve deposities tussen SRM2 en OPS. Niet alleen stopt SRM2 met het berekenen van deposities bij het bereiken van 5 km, maar ook binnen de 5 km rekengrens is de depositie van SRM2 lager dan bij OPS.



Figuur 7: vergelijk depositiepercentages tussen SRM2 en OPS in de Flevopolder en op de Veluwe

Bovenstaande figuur vat het overall-effect samen, waarbij gekozen is voor een verkeersintensiteit en een NO_x/NH₃ verhouding die overeenkomt met die van de samengestelde puntbronnen.

Tabel 2: Foutfactoren voor SRM2 t.o.v. OPS: gecumuleerde deposities volgens SMR/depositie OPS

	Stikstofoxides (NO _x)		Ammoniak (NH ₃)		Total reactief N	
	Veluwe	Flevo	Veluwe	Flevo	Veluwe	Flevo
Op een afstand van 5 km	3,81	2,67	1,72	1,61	2,30	2,03
Op een afstand van 12 km	4,97	3,68	2,24	2,21	2,99	2,80
In het onderzoeksgebied (heel NL)	7,1		3,6		5,4	

Men kan de resultaten nu zo lezen dat voor OPS de uiteindelijke depositiepercentages in zijn algemeenheid tussen de licht en donker groene lijn liggen. Voor SRM2 geldt hetzelfde voor de blauwe lijnen met dien verstande dat na 5 km afstand er geen nieuwe depositie bijkomt en de lijn derhalve horizontaal doorloopt. Op deze wijze kan nu het effectieve verschil tussen SRM2 en OPS worden vastgesteld, waarbij de hoeveelheid depositie berekend met SRM2 als fractie van de hoeveelheid van OPS met de rode lijn is weergegeven. Zo blijkt dat tot 5 km SRM2 een factor 2,0 tot 2,3 minder berekent dan OPS. Daarna neemt de factor verder toe, omdat OPS wel deposities

berekent en SRM2 op 5 km stopt. Op een afstand van 12 km is de factor naar ongeveer 2,9 opgelopen en ook daarna loopt de factor verder op. Op deze wijze wordt, zoals voor het eerdere selectiegebied was gerapporteerd, uiteindelijk met SRM2 een factor 5,4 minder berekend dan met OPS.

Hoewel binnen een afstand van 5 km van de weg de rekengrens invloed heeft op de hoeveelheid deposities, geldt dit niet bij een puntbron. Er zijn immers in dit voorbeeld geen andere emissiebronnen buiten de rekengrens van 5 km. Daarom is er dus sprake van een tweede belangrijk effect, welke eveneens leidt tot een factor 2,0 tot 2,3 minder deposities met SRM dan met OPS.

2.6 Samenvatting

SRM2 en OPS zijn beide verspreidingsmodellen die deposities binnen AERUIS uitrekenen. SRM2 wordt daarbij uitsluitend voor het wegverkeer gebruikt en OPS is voor alle andere sectoren van toepassing.

Doordat SRM2 een rekengrens van 5 km heeft worden deposities buiten een afstand van 5 km tot de weg verwaarloosd, terwijl deposities tot vele honderden kilometers vanaf het emissiepunt kunnen plaatsvinden. Doch ook binnen de afstand van 5 km tot de weg zorgt de rekengrens voor lagere deposities. Het totale verschil in het onderzochte gebied blijkt uiteindelijk een factor 5,4 te zijn. Voorheen was het verschil nog groter, toen naast een rekengrens op 5 km ook een afstandsgrens van 3 km werd gehanteerd.

Dit is echter niet de enige afwijking tussen OPS en SRM2 er blijkt ook een modelmatig verschil te zijn van een factor 2,0 tot 2,3.

H3 Relevante achtergronden SRM2 in relatie tot OPS

3.1 Inleiding

Ten behoeve van het vergelijk tussen SRM2 en OPS wordt in dit hoofdstuk op die specifieke achtergronden van de modellen ingegaan, die relevant zijn voor de verschillen tussen deze twee verspreidingsmodellen. In eerste instantie wordt daarbij ingegaan op de model-opzet van SRM2 en de wijze waarop dit model is bedoeld. Vervolgens wordt gekeken naar grootschalige concentratie en depositiekaarten die ook voor het wegverkeer met OPS worden berekend. Daarnaast wordt nader ingegaan op de wijze waarop afwijkend van het gebruik van OPS toch nog de luchtconcentraties rond wegen met SRM2 worden berekend. Uiteindelijk wordt een korte beschouwing gegeven over de conclusies welke het “Adviescollege Meten en Bereken Stikstof” tot nu toe hierover heeft gerapporteerd.

3.2 Reikwijdte van het SRM2-model

SRM2 is primair ontwikkeld om lokale luchtkwaliteit langs (snel)wegen in beeld te brengen⁷, terwijl OPS een regionaal en landelijk verspreidingsmodel is, welke ook over grotere afstanden luchtkwaliteit kan berekenen. OPS is met behulp van de DEPAC⁸ module verder ook in staat deposities te bepalen.

Omdat SRM2 enkel luchtverontreiniging afkomstig van snelwegverkeer berekent, zijn met dit model geen directe resultaten voor depositie beschikbaar. In AERIUS wordt een aparte depositiesnelheid vastgesteld om de door SRM2 berekende concentratie om te rekenen naar depositie. Voor het vaststellen van deze depositiesnelheid wordt gebruik gemaakt, van gegevens van zogenaamde grootschalige concentratie en depositie kaarten Nederland (GCN/GDN) en van berekeningen met behulp van OPS. De release-note van AERIUS 2019 schrijft voorts over deze afstemming van SRM2 met OPS hierover:

SRM2: geactualiseerde versie PreSRM en geactualiseerde depositiesnelheden

AERIUS Calculator 2019 berekent de concentratiebijdragen NO_x , NO_2 en NH_3 van het wegverkeer met een implementatie van Standaardrekenmethode 2 (SRM2) uit de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007.

Calculator bepaalt vervolgens de deposities door de berekende concentraties van een stof te vermenigvuldigen met de effectieve droge depositiesnelheid voor de desbetreffende stof. De waarden voor

⁷ J. Wesseling en K. van Velze Technische beschrijving van standaardrekenmethode 2 (SRM-2) voor luchtkwaliteitsberekeningen, RIVM Briefrapport 2014-0109 <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2014-0109.pdf>

⁸ DEPAC = DEPosition of Acidifying Compounds, beschreven in Rapport 680180001/2010 Van Zanten et al. “Description of the DEPAC module”, RIVM 2010

deze depositiesnelheid zijn afgeleid met het rekenmodel OPS van het RIVM (versie 4.5.2.1). In SRM2 wordt daarnaast gebruik gemaakt van generieke gegevens over de luchtkwaliteit die in maart 2019 zijn gepubliceerd door de Minister van IenW (meteorologische gegevens, achtergrondconcentraties, terreinruwheid).

In de factsheets van AERIUS staat vervolgens beschreven hoe de depositiesnelheid voor SRM2 in AERIUS wordt vastgesteld (opgenomen in Bijlage B). Bij deze vaststelling wordt uitsluitend naar droge depositie gekeken. Dit kan, doordat de droge depositie binnen een straal van 5 km overheerst. En hoewel de depositieberekeningen met OPS, het uitgangspunt is voor het berekenen van de depositiesnelheid in SRM2, komen uiteindelijk de berekende deposities niet met elkaar overeen. Zo bleek eerder in Hoofdstuk 2 dat de deposities voor SRM2 een factor 2,0 tot 2,3 keer lager zijn dan in OPS.

SRM2 is ontwikkeld om concentraties van verontreinigen dicht bij de weg te berekenen. Deze afstand was eerder ook aanleiding om binnen SRM2 een afstandsgrens van 3 km te hanteren, welke na uitspraak van de Raad van State zoals eerder is beschreven uit SRM2 is verwijderd. Omdat de concentraties gebruikt worden om de deposities te berekenen roept dit ook vragen op over de kwaliteit van de depositieberekening voorbij 3 km. Immers vanaf een afstand van ongeveer 3 km spelen ook effecten een rol die betrekking hebben op de verticale verdeling van de verontreiniging en effecten die betrekking hebben op druppelvorming hetgeen uiteindelijk natte depositie tot gevolg kan hebben. Met deze effecten houdt het SRM2 geen rekening. In de huidige AERIUS versie wordt SRM2 echter al gebruikt tot op 5 km afstand, en dat gaat verder dan het bereik van 3 km waarin men over het algemeen concentraties berekent.

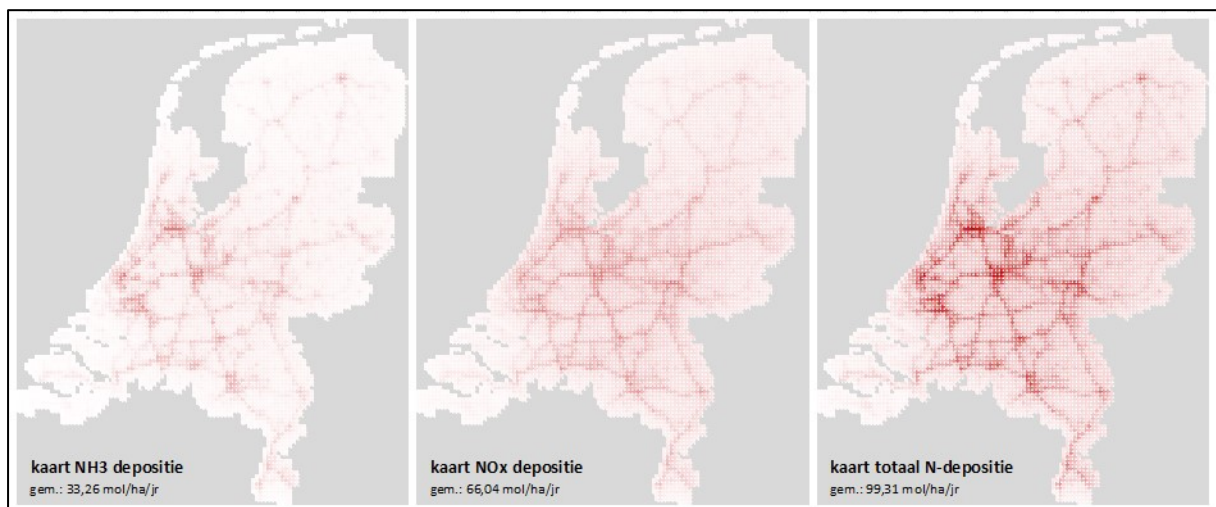
3.3 Effecten wegverkeer op grootschalige depositiekaarten Nederland (GDN)

Ten behoeve van de achtergronddeposities in Nederland worden zogenaamde Grootschalige Depositiekaarten en Concentratiekaarten van Nederland gemaakt (GDN/GCN). Hiertoe wordt gebruik gemaakt van het spreidingsmodel OPS. Voor alle sectoren worden daarbij de emissies en bijbehorende eigenschappen geregistreerd. Op 7 januari 2020 heeft daarbij het RIVM naar aanleiding van een rechtszaak de achterliggende data en de programmatuur om dit te berekenen beschikbaar gesteld. De emissiedata die betrekking hebben op de GDN/GCN van 2017 staan daarbij in zogenaamde bronbestanden, welke ten behoeve van deze rapportage nader zijn onderzocht. Daarbij is uitsluitend naar de emissies van het wegverkeer gekeken. Deze emissies hebben de sectorcodes 3111 t/m 3153. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de berekende emissies.

Tabel 3: Emissies wegverkeer volgens RIVM data 2017

Emissies NL 2017 [kton/jaar]	Snelweg		Provinciale wegen		Bebouwde kom		Totaal wegverkeer	
	NO _x	NH ₃	NO _x	NH ₃	NO _x	NH ₃	NO _x	NH ₃
Personenauto's	13,6	2,02	9,1	1,28	7,0	0,72	29,7	4,02
Bestelauto's	9,4	0,04	4,6	0,02	3,2	0,01	17,2	0,06
Vrachtwagens	14,5	0,25	7,2	0,06	5,6	0,03	27,3	0,33
Bussen	0,1	0,00	0,4	0,00	1,3	0,00	1,9	0,01
Tweewielers	0,4	0,00	0,3	0,00	0,3	0,00	1,0	0,01
Totaal	38,1	2,30	21,7	1,36	17,4	0,76	77,1	4,43

Deze gegevens kunnen vervolgens zoals zij zijn aangeleverd in het bijgeleverde OPS-pro programma worden ingevoerd om de grootschalige concentratie en depositiekaarten te berekenen. Omdat het om veel rekenwerk gaat is het rekenraster beperkt tot 2,5 x 2,5 km. Voor de nationale GCN en GDN kaarten rekent het RIVM op een grid van 1,0 x 1,0 km; die berekening is dus 6,25 keer intensiever en levert idem ook gedetailleerdere resultaten op. De resultaten van deze berekening zijn daarbij als volgt weergegeven.



Figuur 8: Grafische weergave stikstof deposities afkomstig van NO_x, NH₃ en het totaal reactief stikstof

Uit bovenstaande figuren blijkt dat met de beschikbaar gestelde emissiedata inderdaad stikstof deposities berekend kunnen worden. Het verkregen beeld komt goed overeen met de gepubliceerde GDN-kaarten. Ook het berekende gemiddelde 99,3 mol/ha/jr komt goed overeen met de door de RIVM gepubliceerde 95 mol/ha/jr voor 2018. Zodoende mag ervanuit gegaan worden dat de grootschalige depositiekaarten, welke als basis dienen voor de achtergronddeposities voor het wegverkeer ten behoeve van onder andere als basis-data binnen AERIUS, inderdaad met OPS zijn berekend. Dit klopt overigens goed met de procesbeschrijvingen en toelichting zoals het RIVM deze jaarlijks publiceert. Dit is relevant, omdat dit betekent dat voor het berekenen van achtergrond

deposities ook voor het wegverkeer aantoonbaar uitgegaan wordt van OPS, waardoor de achtergronddeposities realistisch worden berekend, terwijl voor de beoordeling van projecten men dezelfde berekeningen uitvoert met SRM2, waarin de deposities worden onderschat.

Tabel 4: Percentage depositie van het wegverkeer in Nederland

	Emissies [kton/jaar]	Deposities [mol/ha/jr]	Aandeel depositie in Nederland
Stikstofoxiden (NO _x)	77,1	66,0	15,1%
Ammoniak (NH ₃)	4,43	33,3	49,0%
Totaal reactief stikstof NO _x en NH ₃ samen		99,4	19,6%

Met deze verkregen gegevens kan worden berekend hoe groot het gemiddelde aandeel van de emissies is, welke in Nederland tot deposities leidt. In figuur 5 van paragraaf 2.5 was beschreven dat met OPS 9-12% van alle emissies binnen een afstand van 12 km tot depositie leidt, nu wordt hetzelfde gedaan voor alle Nederlandse verkeersemissies die in Nederland tot depositie leiden. Uit bovenstaande tabel blijkt dat het overgrote deel van de deposities in het buitenland plaatsvindt. Dit is zo, omdat nagenoeg alle emissies uiteindelijk tot deposities leiden. Slechts 20% van alle emissies uit het wegverkeer leiden in Nederland tot deposities, inclusief de niet Natura 2000 gebieden. Dit is echter met OPS berekend. Zoals eerder was geconstateerd berekend SRM2 echter slechts 3,3-4,2% van de deposities (idem figuur 6, paragraaf 2.5). Daarmee onderschat SRM2 de feitelijke deposities met een factor 4,7 - 6,0, hetgeen overeenkomt met de eerdere genoemde waarden in Hoofdstuk 2.

3.4 Dubbeltellingscorrectie

SRM2 wordt overigens gebruikt om de luchtkwaliteit langs rijkswegen en bepaalde provinciale wegen die deel uitmaken van het hoofdwegenet, in de NSL-monitoring tool in kaart te brengen. Dat gebeurt door delen van de grootschalige concentratiekaarten (GCN) die specifiek afkomstig zijn van dit hoofdwegen net in een straal van ongeveer 3,5 km rond de hoofdwegen te vervangen met de rekenresultaten uit SRM2, waardoor de lokale effecten van rijkswegen inzichtelijk worden gemaakt. Hiernaast getoonde kaart maakt deze selectie van gebieden inzichtelijk.



Figuur 9: Gridcellen waar dubbeltelling wordt toegepast

In beginsel lijkt dit niet nodig, omdat OPS met iets meer detail ook op lokaal niveau concentraties kan berekenen. Verder is het zo dat deze dubbeltellingscorrectie alleen voor de NSL-monitoring tool plaatsvindt ten behoeve van de lokale luchtkwaliteit langs het hoofdwegennet, de correctie vindt zodoende in een beperkt gedeelte van de betreffende GCN cellen plaats.

Naast het hoofdwegennet wordt in de NSL monitoringtool de luchtkwaliteit ook voor alle andere wegen in beeld gebracht. Daarbij wordt naast SRM2 ook SRM1 gebruikt. SRM1 is bedoeld voor binnenstedelijke gebieden met gebouwinvloed terwijl SRM2 de wegen in open vlaktes berekent. Voor wegen die geen onderdeel zijn van het hoofdwegennet wordt geen dubbeltellingscorrectie uitgevoerd. Als verklaring wordt daarvoor gegeven dat bij andere wegen minder emissies zijn en de kans op overschrijding van emissienormen kleiner is.⁹

3.5 Technical Review door TNO

Voordat AERIUS is geïmplementeerd is door TNO de doelmatigheid van AERIUS calculator en AERIUS Monitor onderzocht¹⁰. In dit onderzoek is onder andere gekeken naar de aangepaste implementatie van SRM2 in AERIUS. Voor het beoordelen van de luchtkwaliteit zijn de uitkomsten van verschillende modellen op de A13 ter hoogte van de Oude Lee voor een wegfragment van 4 km onderzocht, waarbij tot een afstand van 322,5 meter aan weerszijden van de weg de uitkomsten zijn vergeleken. SRM2 is daarbij vergeleken met TREDM (tiny road emission dispersion model), het TNO model PluimSnelweg en het VLW model (Voorspellingsstelsel Luchtkwaliteit Wegtracés). Opmerkelijk daarbij is, dat een vergelijk met OPS achterwege is gelaten. Dit vergelijk was nodig geweest om systematische verschillen binnen AERIUS zelf te kunnen constateren. De uitkomsten laten volgens TNO zien dat de modellen redelijk goed met elkaar overeenkomen.

Verder wordt in het rapport opgemerkt, dat de implementatie ook een correctie voor een source depletie bevat. Source depletie ontstaat doordat een deel van de uitstoot tot depositie leidt, waardoor de concentraties in de lucht lager worden. Deze depletie wordt echter in SRM2 berekend nadat de concentratie is vastgesteld. TNO is daar kritisch over en schrijft: “Dit betekent dat de SRM2 module nu twee verschillende NO_x en NO₂ concentraties berekent. Eén voor luchtkwaliteit waarin de source-depletie niet wordt meegenomen en één voor deposities, waarin deze wel wordt meegenomen.” Vervolgens schrijft TNO: “Opgemerkt wordt dat de SRM2 versies, zonder source depletie, zijn getoetst aan meetgegevens. De versie met source depletie is dus niet getoetst en voldoet daardoor in principe niet aan de SRM eisen.”

⁹ [https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/luchtkwaliteit/regelgeving/wet-](https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/luchtkwaliteit/regelgeving/wet-milieubeheer/beoordelen/koppeling/nieuw-nationaal/handreiking-nieuw/handreiking-nieuw-0/kopie-7-2-presrm/)

[milieubeheer/beoordelen/koppeling/nieuw-nationaal/handreiking-nieuw/handreiking-nieuw-0/kopie-7-2-presrm/](https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/luchtkwaliteit/regelgeving/wet-milieubeheer/beoordelen/koppeling/nieuw-nationaal/handreiking-nieuw/handreiking-nieuw-0/kopie-7-2-presrm/)

¹⁰ TNO 2015, R1011 “Doelmatigheidsonderzoek AERIUS Calculator (betaversie 8) en Monitor (Versie 2014)” 17 maart 2015, J. Duyzer et al.

Daarnaast wordt ook een kritische noot over de toepassing van de depositiesnelheid geplaatst. “De berekening met verschillende modellen wordt nog complexer door het gebruik van de depositiesnelheid van NO_x . Deze grootte staat voor de som van de concentraties of emissies van NO_2 en NO . Deze keuze leidt tot een zeer complexe structuur die gemakkelijk tot onverwachte resultaten en fouten kan leiden.” Hierbij geeft TNO een hint dat er mogelijk fouten bij de implementatie zijn gemaakt. Wat dit precies zou kunnen betekenen zal in paragraaf 4.5 van dit rapport duidelijk worden.

En tot slot merkt TNO op, dat men ook voor het wegverkeer OPS als model zou kunnen toepassen in plaats van SRM2 omdat het gebruik van twee modellen voor de berekening van deposities onnodige complexiteit met zich mee zou brengen. Dit was overigens al eerder zo in AERIUS geïmplementeerd, maar “Andere overwegingen hebben ertoe geleid dat OPS weer is vervangen door SRM2.”

3.6 Geschiktheid OPS

Naast de geschiktheid van SRM2 kan men ook kijken naar de geschiktheid van OPS. Het adviescollege “Meten en Berekenen Stikstof”, kortweg de commissie Hordijk, heeft in haar eerste rapportage¹¹ gericht onderzoek gedaan naar de juistheid van OPS. Zij heeft geoordeeld dat dit model voor het berekenen “fit-for-purpose” is. Dat heeft zij gedaan door wetenschappelijke analyses te raadplegen en door de uitkomsten van depositie-metingen te betrekken. Let wel, de uitspraak “fit-for-purpose” betekent niet, dat het model de werkelijkheid exact beschrijft. Het geeft aan dat het model in voldoende mate bruikbaar is om deposities in beeld te brengen. De commissie beveelt wel het gebruik van een internationaal ensemble van modellen aan, welke in verschillende aangrenzende landen of landen binnen de Europese Unie worden gebruikt.

In het eerste advies heeft de commissie nog niet gekeken naar SRM2 doch enkel naar OPS. In haar tweede advies¹² is wel gekeken naar SRM2, en daarvan constateert de commissie, dat het overgrote gedeelte van de deposities ver buiten een rekgrens van 5 km plaatsvindt en dat daarom het model niet geschikt is. Zij geeft ook aan dat het onjuist is dat voor het wegverkeer een ander verspreidingsmodel wordt toegepast dan voor overige sectoren. Hiermee legt de commissie de belangrijkste redenen bloot waarom SRM2 niet “doelgeschikt” is. De commissie gaat niet op meer detail in op de verschillen van SRM2 en OPS. De commissie is helder: zij oordeelt dat het gebruik van SRM2 in AERIUS tot een niet verdedigbaar verschil in de beoordeling met andere sectoren leidt.

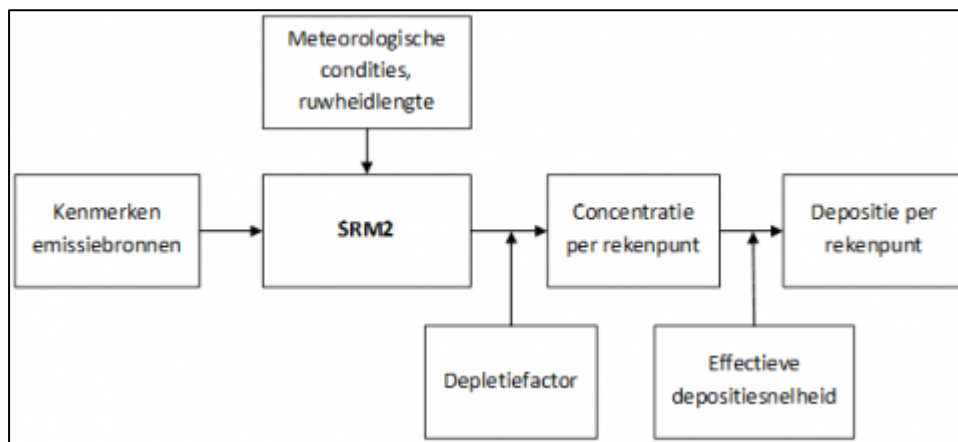
¹¹ “Niet uit de lucht gegrepen”, 5 maart 2020, Adviescollege Meten en Berekenen Stikstof

¹² “Meer meten, robuuster rekenen”, 15 juni 2020 Eindrapport van het Adviescollege Meten en Berekenen Stikstof

H4 Verschillen tussen SRM2 en OPS binnen 5 km

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is nader onderzocht hoe de verschillen tussen SRM2 en OPS kunnen ontstaan, nu waar voor het berekenen van deposities in SRM gebruik gemaakt wordt van depositiesnelheden die met OPS zijn berekend. Onderstaande figuur¹³ laat zien hoe de berekening verloopt.



Figuur 10: Berekeningssystematiek Deposities met SRM2 volgens Factsheets AERIUS

De depositie in SRM wordt berekend als de lokaal aanwezige concentratie vermenigvuldigd een effectieve depositiesnelheid. Zodoende is gekeken naar de effecten van werkwijze voor het bepalen van deze depositiesnelheden ten behoeve van SRM. Ook wordt nader ingegaan op de berekende concentraties door SRM en OPS en worden met elkaar vergeleken, waarbij ook gereflecteerd wordt over de toegepaste depletiefactor. Omdat SRM2 alleen droge depositie berekend, wordt ook gekeken naar het effect¹³ van het verwaarlozen van natte depositie.

4.2 Rekenraster GCN/GDN als basis voor de depositiesnelheid

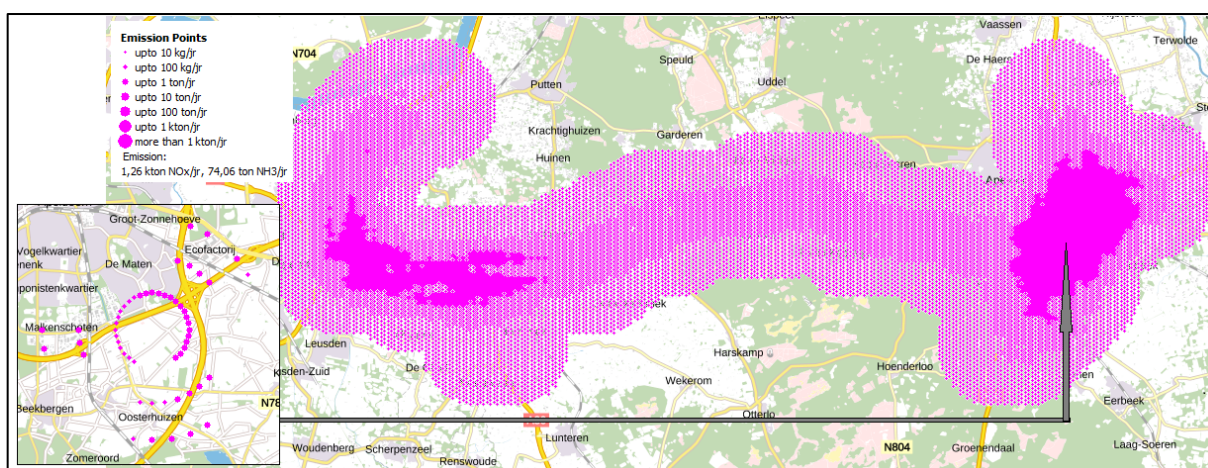
Uit de nationale emissiedata die het RIVM op 7 januari 2020 heeft gepubliceerd, is onderzocht waar precies de emissiepunten van het onderzochte traject liggen. Onderstaande figuur laat dit zien voor het onderzoeksgebied zien, waarbij de grote van de punten meteen een indicatie van de sterkte van de emissiebron aangeeft.

¹³ <https://www.aerius.nl/nl/factsheets/berekening-depositiebijdrage-bronnen-sector-verkeer-en-vervoer/16-09-2019>



Figuur 11: Emissiepunten volgens RIVM emissie data 2017 voor de snelwegen in het onderzoeksgebied

De emissiebronnen liggen in een grid van 1 x 1 km en duidelijk wordt dat sommige punten op redelijk grote afstand van de weg liggen. Dat maakt de berekeningen onnauwkeurig. Er zijn ook relatief weinig punten. In dit onderzoeksgebied gaat het om 98 bronlocaties. Opmerkelijker wijze wordt ook geconstateerd dat de emissiebronnen in dit gebied een totale uitstoot van 1,26 kton NO_x en 74,06 ton NH₃ omvatten, terwijl eerder met de NSL monitoringtool en de SRM2 emissiefactoren in AERIUS een uitstoot van 1,64 kton NO_x en 83,26 ton NH₃ was vastgesteld (Tabel 2 paragraaf 2.3). Onduidelijk is hoe dit relevante verschil kan ontstaan.



Figuur 12: verdeling emissies over de receptorpunten (4 ha) rond de snelwegen in het onderzoeksgebied

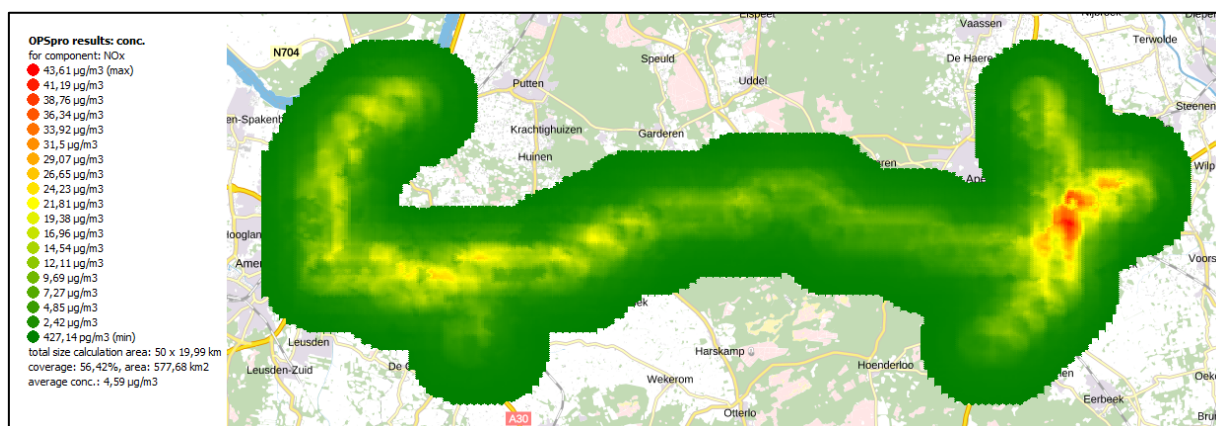
Maar voor het berekenen van de depositiesnelheid wordt nog een extra stap toegepast. Daarbij wordt de emissie over cirkels van 1, 2 en 3 km verdeeld zoals in de factsheet “bepalen depositiesnelheden wegverkeer” is beschreven, welke tevens in bijlage B van dit rapport is opgenomen. Ter illustratie is volgens dit rekenprincipe de beschreven emissieverdeling voor het onderzoeksgebied in bovenstaande figuur volgens de beschreven werkwijze uitgewerkt. Hierbij is per receptorpunt (hexagoon van 4 ha) de verdeling van de toebedeelde emissies weergegeven. Een aparte uitsnede geeft weer hoe de virtuele emissiepunten in de praktijk rond de receptorpunten verdeeld worden. Het gaat daarbij om een receptorpunt met relatief veel virtuele emissiepunten. Bij de meeste receptorpunten worden slechts enkele virtuele emissiepunten betrokken. Verder

blijkt dat met name op grotere afstand het aantal toebedeelde virtuele emissiepunten laag is, dat komt doordat de afstand tussen de punten afneemt, naarmate de cirkel groter wordt.

4.3 Depositiesnelheden volgens factsheet RIVM

Er zijn nu 29.324 receptorpunten bepaald met elk maximaal 3x36 virtuele emissiebronnen. In een volgende berekeningsstap zal voor elk van deze receptorpunten en bijbehorende virtuele emissiebronnen met OPS, de concentraties en deposities op het receptorpunt voor zowel NO_x als ook NH₃ worden berekend. Dit betekent dat voor elk van de in de figuur getoonde receptorpunten een aparte OPS-pro¹⁴ berekening moet worden uitgevoerd. Ten behoeve daarvan is programmatuur ontwikkeld waarmee de berekeningen kunnen worden geautomatiseerd, waarbij uitgegaan is van een verticale spreiding en uitstoothoogte van 2,5 meter en van een horizontale spreiding die afhankelijk is van de afstand tussen de emissiepunten¹⁵.

De depositiesnelheid kan worden berekend met de formule uit de factsheet in Bijlage B. Het komt erop neer dat de lokale depositie door de aanwezige concentratie wordt gedeeld. Er ontstaat zo een omrekenfactor voor het omrekenen van concentraties naar deposities. Vervolgens is het 4 ha grid naar een 1 ha grid geïnterpoleerd, door voor hexagonen op het 1 ha grid die dezelfde positie hebben als in het 4ha grid dezelfde eigenschappen toe te kennen, en voor de hexagonen die tussen twee 4ha hexagonen in liggen de gemiddelde eigenschappen van deze hexagonen, waaronder ook de met OPS-pro berekende depositiesnelheid, toe te kennen. 1 ha hexagonen die aan de rand liggen en slechts voor de helft worden gedekt door het 4ha grid, worden hierbij verwaarloosd. Op deze wijze kan nu als voorbeeld de berekende concentratie voor NO_x in onderstaande figuur worden getoond.



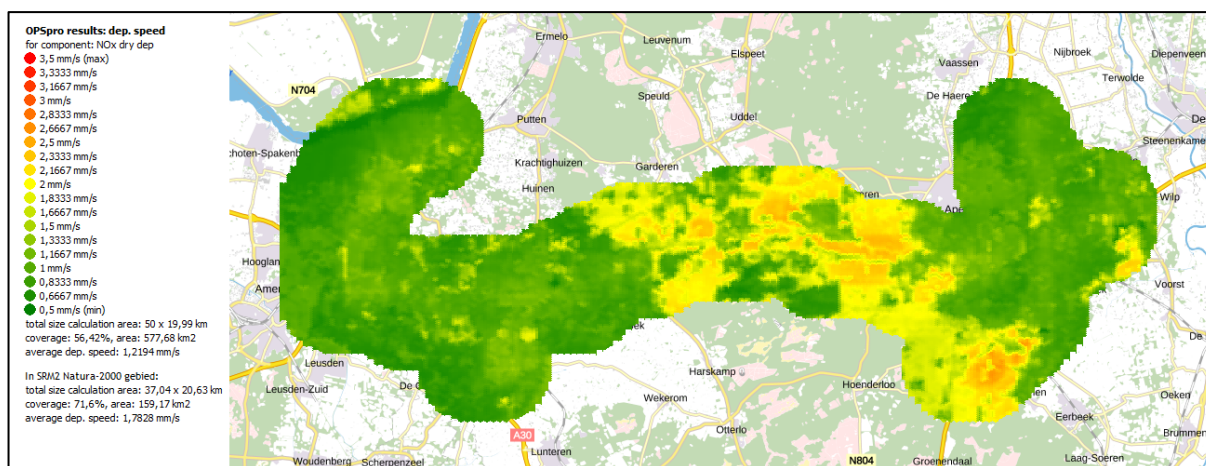
Figuur 13: Concentratieverloop NO_x na berekening concentraties en deposities met behulp van OPS pro

¹⁴ Gepubliceerd door de RIVM reelease 4.5.2.1 van 31 januari 2018

¹⁵ Uitgegaan is van een tussenliggende afstand van $2\pi r/36$ zijnde de afstand tussen twee emissiepunten over de cirkelboog.

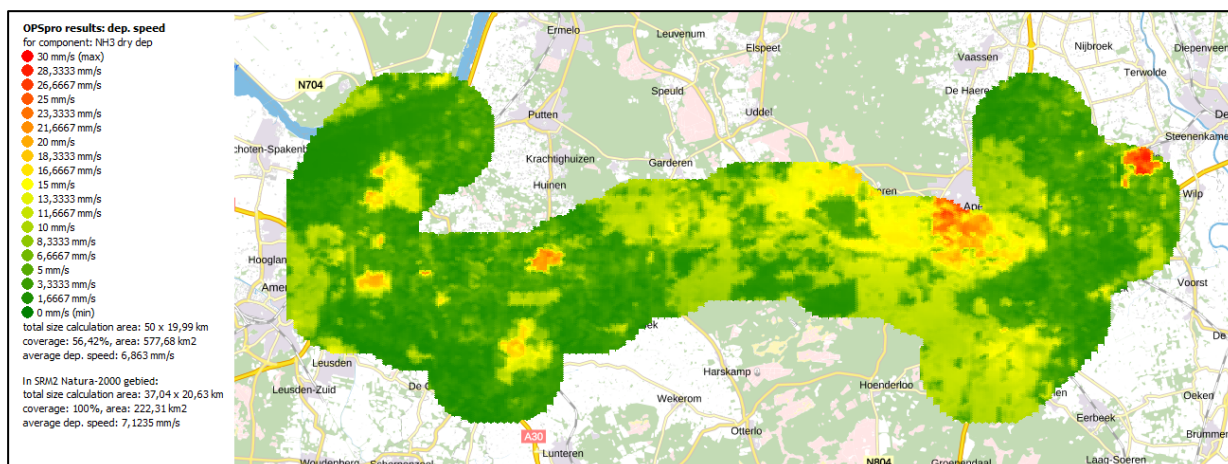


De figuur laat zien dat door de gebruikte methodiek de nauwkeurigheid verder is afgenomen. Eerder waren er emissiepunten op een afstand van 1 km, nu is de concentratie verder uitgesmeerd in cirkels van 1 km rond de eerdere emissiepunten, een lichtere concentratie is er in een straal van 5 km rond eerdere emissiepunten. Daar waar relatief veel emissiepunten bij elkaar stonden zijn concentratieclusters ontstaan. Ook het eerst berekenen op een 4 ha grid om vervolgens naar een 1ha grid te interpoleren heeft verdere onnauwkeurigheid tot gevolg. De stappen 1 t/m 6 in de factsheet zijn nu doorlopen, de daarna genoemde schaling is achterwege gelaten. Resultaat is onderstaande berekende depositiesnelheid voor zowel NO_x als ook NH_3 .



Figuur 14: Verdeling depositiesnelheid NO_x berekend volgens Factsheet RIVM (bijlage B)

Het blijkt dat de ongunstige concentratieverdeling weinig invloed heeft op de berekende depositiesnelheid. Dit is zo, omdat ook de berekende depositie op dezelfde wijze is uitgesmeerd net als de concentratie, en door deze twee met elkaar te delen worden oneigenlijke verdelingen weer voor een belangrijk gedeelte ongedaan gemaakt. Zo blijkt de depositiesnelheid vooral afhankelijk te zijn van de terreinruwheid en het landgebruik, van de eerdere uitsmering van concentraties is relatief weinig terug te vinden. Voor NO_x is de gemiddelde depositiesnelheid 1,22 mm/s, indien gekeken wordt naar alleen de stikstofgevoelige hexagonen in AERIUS dan is deze depositiesnelheid zelfs gemiddeld 1,78 mm/s. Beide waarden zijn overigens aanzienlijk hoger dan de 1,0 mm/s welke in de figuren van de factsheet voor de gemiddelde depositiesnelheid voor NO_x voor heel Nederland is vastgesteld.



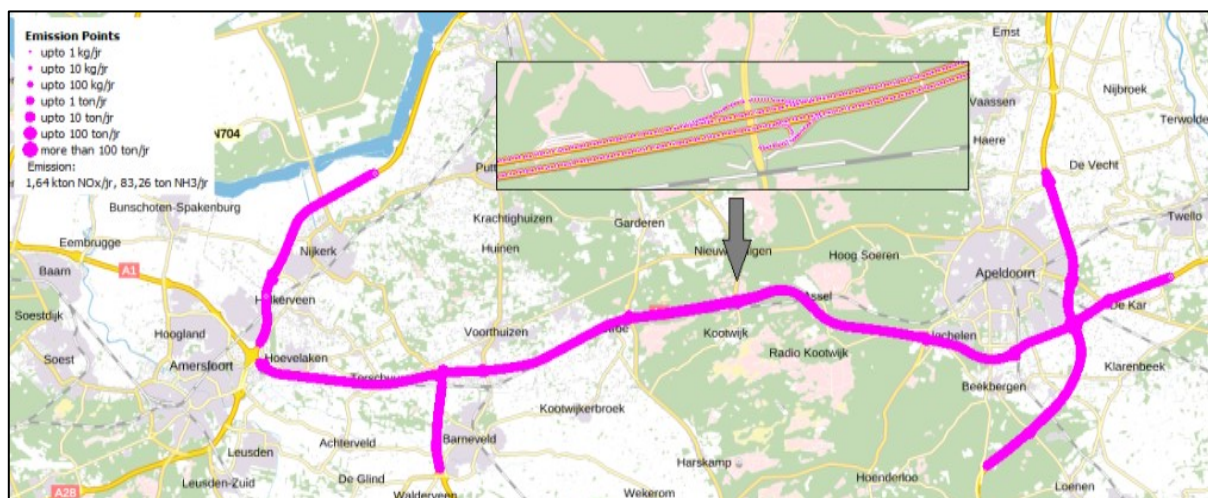
Figuur 15: Verdeling depositiesnelheid NO_x berekend volgens Facsheet RIVM (bijlage B)

Voor NH₃ is de gemiddelde depositiesnelheid hoger te weten 6,86 mm/s en indien gekeken wordt naar alleen stikstofgevoelige hexagonen in AERIUS dan is depositiesnelheid zelfs 7,12 mm/s. Opnieuw zijn deze waarden hoger dan in de factsheet als gemiddelde is opgevoerd. Hier bedraagt de depositiesnelheid 6 mm/s. Overigens blijkt dat niet alleen de snelheid met NH₃ hoger dan met NO_x te liggen, maar ook de spreiding is hoger. Hoewel er veel gebieden zijn waarbij zowel voor NH₃ als ook NO_x een verhoogde depositie hebben, zijn er toch patroonverschillen voor de verschillende componenten aanwezig.

4.4 Berekening depositiesnelheid in het onderzoeksgebied

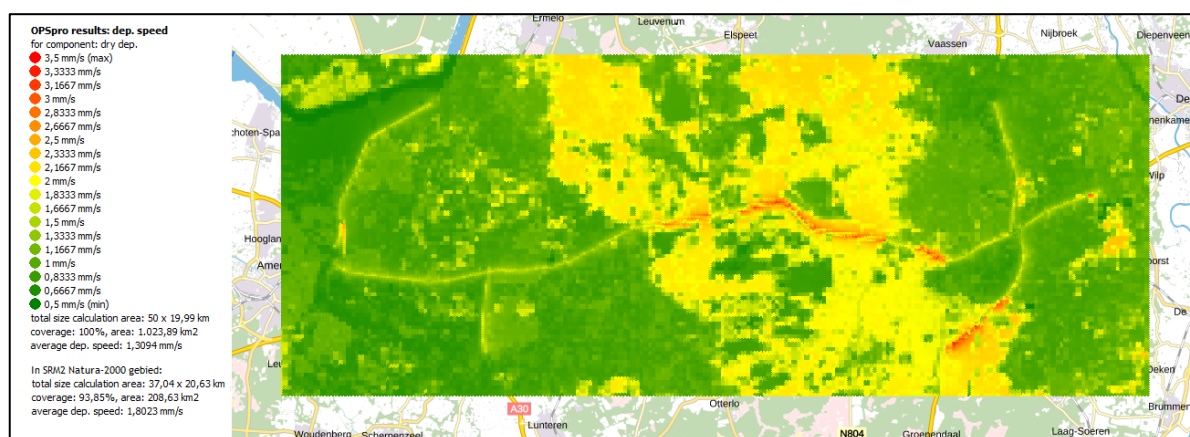
Om vast te stellen welke impact de methode van de in de factsheet beschreven methode van het RIVM heeft op lokale variaties, zijn de NSL-data gebruikt welke ten grondslag liggen aan de AERIUS depositieberekening in Hoofdstuk 2. Daarbij zijn de lijnbronnen per beschreven wegvak omgezet in puntbronnen op een onderlinge afstand van maximaal 25 meter. Deze omzetting is geschiedt op dezelfde wijze waarop volgens de AERIUS factsheet¹⁶ ook OPS lijnbronnen naar puntbronnen omzet. Onderstaande figuur laat zien hoe dan de emissies zijn verdeeld, met een klein venster voor meer detail. Het gaat daarbij om 10.654 bronnen, hetgeen een veel exactere weergave is.

¹⁶ <https://www.aerius.nl/nl/factsheets/lijnbron-omzetten-naar-puntbronnen/17-03-2017>



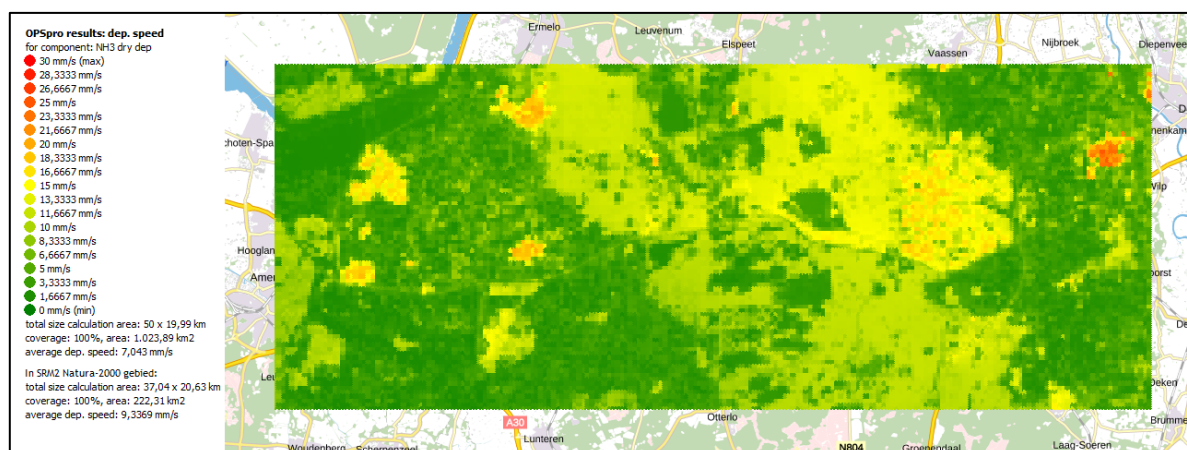
Figuur 16: omzetting van OPS-lijnbronnen naar puntbronnen, ten behoeve van OPSpro

Van deze bronnen is vervolgens direct een OPS-berekening uitgevoerd op hetzelfde 1 ha hexagoon grid met dezelfde dagelijkse spreiding van verkeersemissies uitgaande van een 2,5 meter hoge emissiehoogte en dito verticale spreiding en een horizontale spreiding van 25 meter, die gerelateerd is aan de maximale afstand tussen twee emissiepunten. Op deze wijze zijn slechts twee afzonderlijke berekeningen voor NO_x respectievelijk NH_3 nodig om met behulp van OPS-pro de concentraties en de droge depositie te berekenen. De rekentijd blijkt uiteindelijk alles bij elkaar ongeveer even snel als de berekeningsmethodiek die door het RIVM is wordt voorgesteld. Het is dus niet zo dat met de in de factsheet voorgestelde methode veel rekentijd wordt uitgespaard.



Figuur 17: verdeling depositiesnelheid in het onderzoeksgebied voor NO_x

Voor het onderzoeksgebied kunnen nu voor NO_x de bovenstaande depositiesnelheden worden getoond. Opnieuw blijkt dat er zeer grote lokale verschillen bestaan. Met name in de Natura 2000 gebieden en in bosrijk gebied zijn de deposities groter. Ook voor NH_3 kan op deze wijze de depositiesnelheid worden getoond. En opnieuw blijken er lokaal hele grote verschillen te bestaan, waarbij bosrijke maar ook stedelijke gebieden hogere deposities hebben.

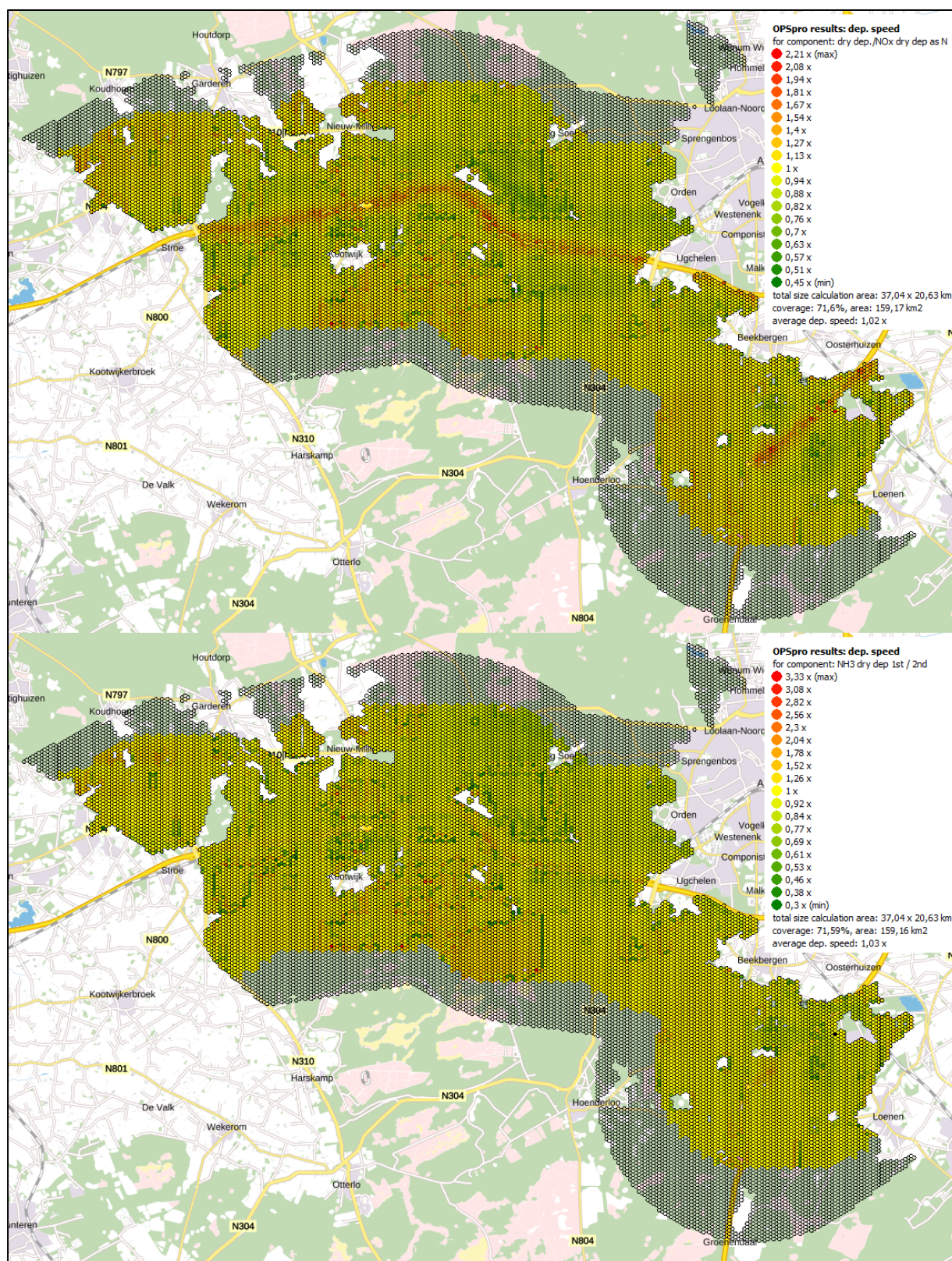


Figuur 18: verdeling depositiesnelheid in het onderzoeksgebied voor NH₃

Verder blijkt dat het beeld van de depositiesnelheid van NH₃ anders is dan voor NO_x. Zo blijkt bij NO_x de met OPS berekende depositiesnelheid ook af te hangen van de afstand tot de bron, terwijl dit voor NH₃ nauwelijks het geval is. Dit blijkt, doordat de deposities in het NO_x-plaatje rond de snelwegen net even iets hoger zijn dan in de overige gebieden. In het ammoniak plaatje is aanzienlijk minder duidelijk waar de snelweg loopt. Verder is het zo dat er bij NH₃ meer gebieden zijn waar verhoogde depositie plaatsvindt. In vergelijking tot eerder volgens de RIVM methode berekende depositiesnelheid zijn nu wel lokale effecten van NO_x die dicht bij de bron optreden zichtbaar. Dat komt doordat de emissiebronnen van NO_x daadwerkelijk direct langs de snelweg lopen en niet langs een uitgesmeerd gebied. Het is daarom dat de factsheet vermoedelijk in een schaling voorziet die niet nodig zou zijn, als de emissiebronnen niet zouden zijn uitgesmeerd.

Onderzocht is verder of de gemiddelde SRM2-depositiesnelheid afwijkt van de snelheid van OPS. Dit blijkt voor NO_x en NH₃ slechts beperkt het geval te zijn. Het verschil kan inzichtelijk worden gemaakt door de uitkomsten op elkaar te delen. In navolgend figuren is deze deling gebeurd, specifiek voor die hexagonen die met SRM2 in AERIUS zijn berekend. Getoond wordt de fout-factor, tussen SRM2 en OPS, daarbij is groter dan één (rood) de gebieden die te laag zijn berekend, terwijl kleiner dan één (groen) de gebieden zijn die te hoog zijn berekend.

Geconstateerd wordt dat niet voor alle SRM2 hexagonen een depositiesnelheid is berekend. Dit komt doordat de cirkels 3 km groot zijn, terwijl SRM2 thans tot 5 km de depositie berekend. Vermoed wordt, dat het hier gaat om een fout in de beschrijving, en dat na vervallen van de afstandsgrens op 3 km ook de grootte van de cirkels is aangepast.



Figuur 19: Verschilfactor voor depositiesnelheden ten behoeve van SRM2 en OPS voor NO_x (boven) en NH₃ (onder)

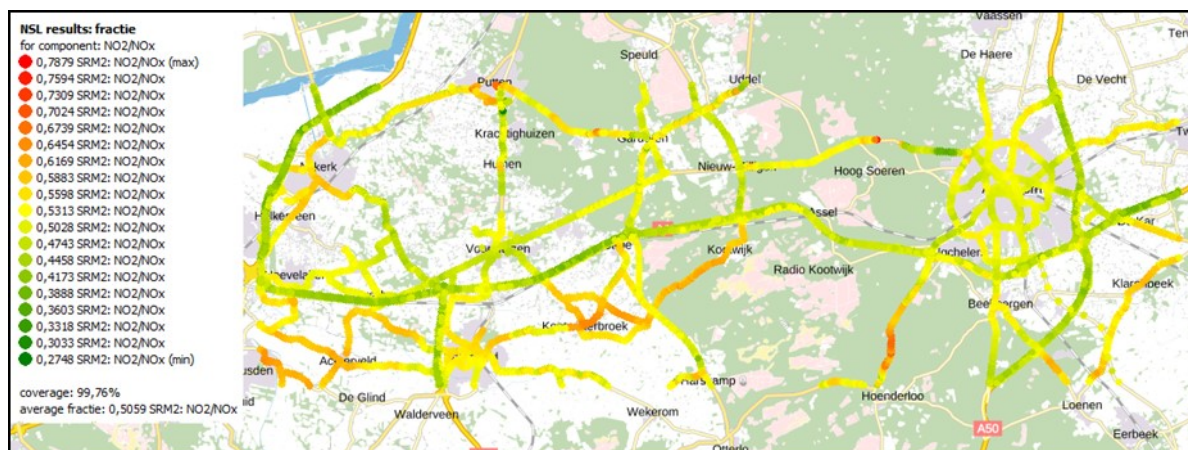
Verder blijkt in de directe omgeving rond de snelweg in de gebruikte methodiek voor SRM2 een te lage depositie wordt berekend. Dit komt doordat de concentraties en deposities over grote gebieden zijn uitgesmeerd, waardoor de hogere depositiesnelheid direct langs de snelweg niet met de gebruikte methode kan worden berekend. Maar hiervoor is zo blijkt uit de beschrijving middels een schaling alsnog gecorrigeerd. Uiteindelijk blijkt op die manier dat ondanks de gebruikte methodiek van het RIVM voor het bepalen van de depositiesnelheid weliswaar tot lokale verschillen kunnen ontstaan, maar dat overall gezien de depositiesnelheid die middels deze methode wordt bepaald toch redelijk klopt. Zonder schaling berekent SRM2 voor de Natura2000 gebieden in het onderzochte gebied een factor 1,02 (voor NO_x) respectievelijk 1,03 (voor NH_3) keer meer deposities dan OPS. Voor het gehele onderzoeksgebied blijkt uit extra berekeningen dat dit een factor 1,04 (voor zowel NO_x als ook NH_3) is. Dat de fout in de berekende snelheid klein is, komt doordat de depositiesnelheid in hoge mate afhangt van de terreineigenschappen en niet zo zeer van de locatie of de strekte van de emissies.

Voor de volledigheid zij hier bovendien vermeld dat OPS voor het berekenen van de droge depositiesnelheid de DEPAC module gebruikt (zie ook paragraaf 3.2). Deze module wordt ten minste voor NH_3 wettelijk voorgeschreven indien andere commerciële verspreidingsmodellen deposities berekenen. Het is dan ook opmerkelijk dat bij de implementatie van SRM2 als verspreidingsmodel binnen AERIUS niet DEPAC zelf is gebruikt. Dit had de lokale verschillen kunnen beperken. Maar om het resultaatverschil tussen OPS en SRM2 te verklaren zal wel naar andere aspecten moeten worden gekeken.

4.5 Verschil tussen NO_x en NO_2

NO_x is een mengsel van NO_2 en NO welke met ozon in evenwicht staan ($\text{NO}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow \text{NO} + \text{O}_3$). NO zelf leidt niet tot droge depositie, het is NO_2 die via atmosferische reacties kan omzetten tot HNO_3 welke uiteindelijk tot droge deposities leidt (zie ook paragraaf 2.5). Het hangt dus heel sterk van het evenwicht tussen NO_2 en NO af in welke mate deposities kunnen optreden. Helaas zijn geen gegevens over NO_2 uit de OPS berekening beschikbaar, en dat komt natuurlijk doordat hiervoor uitgegaan wordt van een verdeling in de achtergrond concentratiekaarten. Uit het GML - invoerbestand kan worden afgeleid dat +/- 18% van de emissies bestaat uit NO_2 terwijl uit de SRM2 gegevens van het NSL-monitoring systeem blijkt dat afhankelijk van de locatie +/- 50% van de berekende concentraties bestaat uit NO_2 .

Met behulp van de NSL monitoring SRM2 gegevens kan vervolgens de fractie $\text{NO}_2 / \text{NO}_x$ zichtbaar gemaakt worden en dan blijkt uit navolgende figuur inderdaad, dat het aandeel NO_2 rond de snelwegen (en in de steden) in belangrijke mate lager is dan daarbuiten.



Figuur 20: verhouding NO₂ / NO_x in het onderzoeksgebied, voor monitoringpunten, verkregen uit de NLS- Monitoringtool

Uit de beschrijving hoe SRM2 in AERIUS calculator is geïmplementeerd¹⁷ blijkt nu het navolgende. Er wordt zoals eerder is vermeld een evenwicht beschreven in SRM2 waarbij gebruik gemaakt wordt van een ozon budget. Op deze wijze kan in SRM2 voor elke locatie onafhankelijk een concentratie NO₂ en NO worden berekend. Echter volgens de beschrijving blijkt dat bij de berekening van de mate van deposities de concentratie NO₂ vermenigvuldigd wordt met de depositiesnelheid. Letterlijk staat in het rapport “AERIUS gaat uit van depositiesnelheden voor NH₃ en NO₂”. Maar zoals uit de AERIUS factsheet in de bijlage blijkt is de depositiesnelheid helemaal niet voor NO₂ berekend maar voor NO_x. Hier zijn NO_x en NO₂ door elkaar geraak. Als nu de depositiesnelheid voor NO_x vermenigvuldigd wordt met de concentratie NO₂ zal de depositie lager uitvallen. Uitgaande van eerdere genoemde 18% aandeel NO₂ in Emissies en 50% aandeel in concentraties zou dat gaan om een factor +/- 2,8. Duidelijk mag zijn dat daarmee het verschil tussen SRM2 en OPS in belangrijke mate verklaarbaar is geworden. De depositie van NO_x voor het wegverkeer is immers groter dan die van NH₃, daarnaast bleek ook dat de fout bij NO_x groter is dan bij NH₃ (tabel 2. Paragraaf 2.5).

4.6 Concentratie verschillen tussen SRM2 en OPS

Verschillen in uitkomsten tussen SRM2 en OPS kunnen ook ontstaan, doordat de verspreidingsmodellen een andere verdeling van concentraties berekenen. Indien de berekende concentratie NO_x en NH₃ in SRM2 systematisch lager is dan in OPS, dan kan dit tot gevolg hebben dat er systematisch minder deposities met SRM2 worden berekend dan met OPS. Daarom is getracht, om de concentraties van SRM2 en OPS te vergelijken. Concentraties NO_x berekend met SRM2 kunnen worden verkregen met AERIUS Lucht¹⁸, een rekentool binnen de NSL monitoring tool. Met deze tool kunnen ook concentraties NO₂ en NO_x en bijbehorende achtergrondconcentraties dubbeltellingscorrecties worden berekend. Voor OPS kan gebruik gemaakt worden van OPS-pro. Om

¹⁷ “SRM2 implementatie in AERIUS calculator”, modelbeschrijving, Diederik Metz, 16 september 2016

¹⁸ Voor het gebruik van SRM2 is AERIUS Lucht in de NSL monitoring tool beschikbaar gesteld. Meer informatie hierover staat in de oplevernotie van AERIUS lucht rekentool 2020 (1 mei). Bij deze oplevering is tevens een concept-validatierapport door de RIVM opgesteld, MT2020, april 2020 J.Wesseling et al.



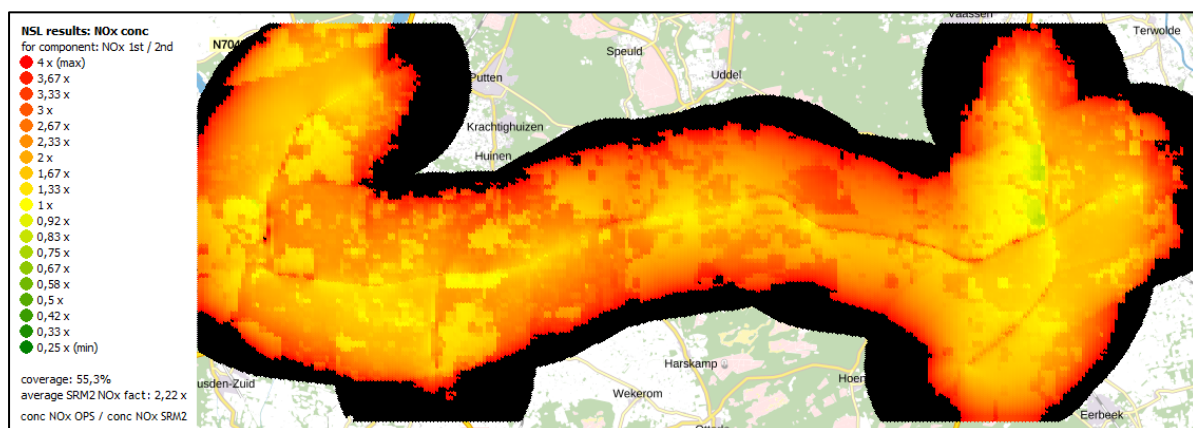
tot een goed vergelijk te komen is daarbij gekozen voor hetzelfde hexagoon raster als eerder is gebruikt zowel voor de NO_x concentratie in OPS als ook in SRM2. Toch is het vergelijk niet helemaal exact, daar binnen NSL niet voor het referentiejaar 2017 kon worden gekozen, maar van 2018 moest worden uitgegaan.



Figuur 21: vergelijking concentraties NO_x in OPS (boven) en in SRM2 (onder)

Zoals verwacht blijkt dat met SRM2 in AERIUS lucht niet verder dan 5 km vanaf de weg rekent, maar verder is er wat betreft concentratieverdeling op het eerste gezicht wel een goede overeenkomst in resultaten. Het blijkt dat de hogere NO_x concentraties zich beperken op en langs de weg, maar en dat concentraties snel afnemen naarmate de afstand tot de weg groter wordt. Overigens is het zwaartepunt van de schaal gekozen bij 40 µg/m³ (geel), welke precies de grens waarbij de luchtkwaliteit nog als voldoende kan worden aangemerkt. Overal waar het oranje wordt is de luchtkwaliteit onvoldoende en daar waar het zwart wordt liggen de berekende waarden buiten de schaal, te weten boven 80 µg/m³. Verder blijkt dat de NO_x concentratie voor OPS hoger ligt dan voor SRM2. Zo is de met OPS-pro berekende NO_x concentratie in het gehele gebied gemiddeld 2,80 µg/m³, en met de NSL monitoring-tool 1,82 µg/m³. Echter indien men de concentraties wil vergelijken, dan is het belangrijk om te kiezen voor dezelfde hexagonalen, en dan blijkt dat voor OPS-pro de gemiddelde concentratie op 3,51 µg/m³ uit te komen. De met SRM berekende gemiddelde concentraties zijn over het gehele gebied derhalve een factor 1,9 lager.

Over dit gemiddelde concentratieverschil zij het navolgende opgemerkt. Zoals uit bovenstaande figuur naar voren komt is op het grootste vlak de concentratie NO_x laag. Hoge concentraties NO_x zijn vooral te vinden langs de weg. Vaak wordt ook aldaar gemeten om te kunnen beoordelen in hoeverre de gemeten concentraties met de berekende concentraties overeenkomen. Op grotere afstand van de weg worden de achtergrond concentraties belangrijker, en kan dus niet meer het concentratie-effect van de weg zelf worden vastgesteld. Dit maakt dat het direct meten van de juistheid van de berekende concentratie op grotere afstand van de weg lastig is. Wat wel kan, is dat de berekende gecumuleerde concentratie van alle NO_x -bronnen vergeleken wordt met de aanwezige concentratie. Dit is precies wat met het samenstellen van de GCN/GDN kaarten gebeurt en dan blijkt voor OPS de berekende concentraties naar redelijkheid goed overeen te komen met de gemeten waarden. Voor SRM2 is een dergelijke verificatie op grotere afstand niet mogelijk, hiervoor zijn correcties van dubbeltellingen noodzakelijk, waarbij ook bedacht moet worden dat verder weg gelegen hoofdwegen ook lokaal een gecumuleerd effect kunnen hebben, welke dan in een dubbeltellingscorrectie waarschijnlijk onterecht ook worden afgetrokken.

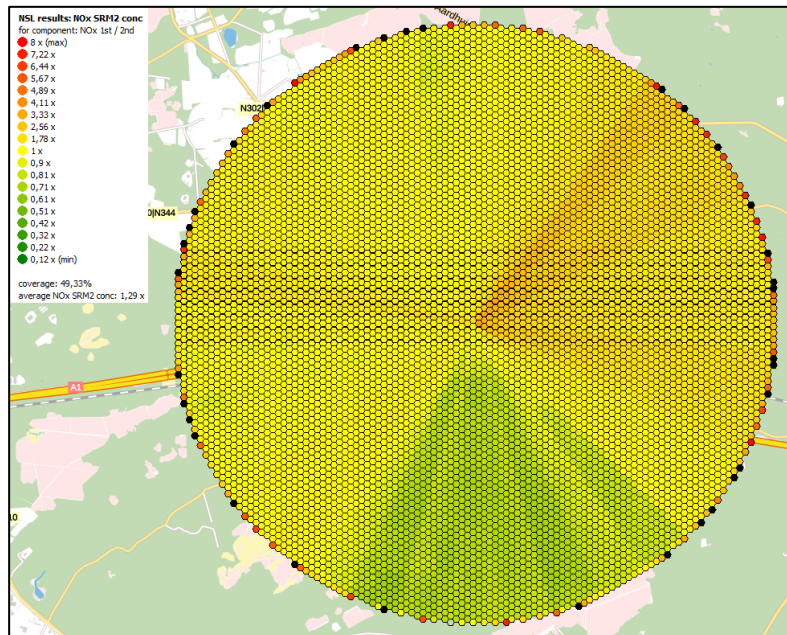


Figuur 22: verschil in berekende concentratie met OPS en SRM2

Zoals in paragraaf 2.4 is toegelicht heeft SRM2 een rekengrens van 5 km, welke tot gevolg heeft dat ook binnen een afstand tot 5 km vanaf de weg de deposities worden onderschat, omdat per rekenpunt maar een beperkt gedeelte van de weg wordt beschouwd. Dit geldt echter niet alleen voor de deposities, maar ook voor de berekende luchtkwaliteit. Immers wordt de depositie berekend als product van de concentratie en de depositiesnelheid, waarbij van de snelheid de juistheid eerder kon worden vastgesteld (paragraaf 4.4). Dit betekent dat naar mate de afstand tot de weg groter wordt, SRM2 steeds grotere onderschattingen van de concentraties geeft. Het heeft daarom geen zin om concentraties NO_x op grotere afstand van de weg tussen SRM2 en OPS te vergelijken, want daarvan is op voorhand bekend dat de uitkomsten substantieel afwijken. SRM2 wordt zodoende voor luchtkwaliteit doeleinden ook slechts tot een afstandsgrens van maximaal 3,5 km gebruikt. Voor het vergelijk wordt net als bij de depositiesnelheid de uitkomsten van OPS en SRM op elkaar gedeeld, maar is de schaal zo gekozen (van $\frac{1}{4}$ tot 4x) dat de weggedelen op te grote afstand op zwart gaan, want aldaar is de verschilfactor groter dan 4x.

Geconstateerd kan worden dat aan de randen van de 3,5 km grens vanaf de weg de concentratie NO_x in SRM2 ongeveer een factor 4 lager is dan in OPS, hetgeen voor een belangrijk gedeelte door de rekengrens van SRM2 wordt veroorzaakt. Bij de weg zelf is het verschil aanzienlijk lager en komen SRM2 en OPS beter met elkaar overeen. Maar het meest opvallende is wel dat SRM2 praktisch overal lagere concentraties berekend dan OPS. Gemiddeld is de concentratie in dit beperktere gebied 2,2 keer lager. Merk op, dat dit een middeling is van de verschilfactor in het onderzoeksgebied, hetgeen anders is dan de verschilfactor van de gemiddelde concentratie, die op 1,9 is vastgesteld.

De vraag rijst waarom TNO in haar doelmatigheidsonderzoek deze verschillen niet heeft onderkent (paragraaf 3.5). Enerzijds komt dit doordat niet direct met OPS is vergeleken. Anderzijds als men goed de tabel 1 van het TNO onderzoek bekijkt, blijkt dat enkel ter hoogte van de weg zelf de resultaten goed met andere modellen overeenkomen. Naarmate de afstand tot de weg groter wordt wijken de resultaten af en blijkt dat met de in AERIUS geïmplementeerde SRM2-waarde systematisch lagere concentraties worden berekend. Op de afstand van 322,5 meter worden in vergelijking met TREDM de concentraties in SRM2 met een factor 1,15 onderschat. Naar grotere afstanden heeft TNO niet gekeken. Doordat de verschillen met een grotere afstand tot de weg verder oplopen, zullen ook met toenemende afstand de depositie uitkomsten onnauwkeuriger worden.



Figuur 23: Concentratieverschil NO_x van OPS/SRM2 voor een punt op de Veluwe

Om het verschil in concentraties beter in beeld te kunnen brengen, zal vanwege het effect van de rekengrens, net als bij eerdere depositieverschillen gekeken moeten worden naar een puntbron. Gekozen is voor twee tegenover elkaar liggende NSL wegvakken met elk een weglengte van 100,5

meter. Een dergelijke selectie kan als bijna-puntbron worden gezien. Opnieuw is hierop de emissie van een weg met 75.000 wekdaggemiddelde voertuigen geprojecteerd, waarbij is uitgegaan van 15% stagnatie en uitsluitend lichte voertuigen met een maximumsnelheid van 100 km/u. De lijnbronnen zijn vervolgens conform de beschrijving in AERIUS omgezet in een verzameling van 11 dichtbij elkaar gelegen puntbronnen. Aangezien NSL niet kan rekenen voor het jaar 2017 is nu het jaar 2018 zowel voor SRM2 in AERIUS lucht van de NSL monitoringtool als ook in OPS-pro gekozen.

Nu blijkt dat het verschil tussen SRM2 en OPS vooral afhankelijk is van de richting op de cirkel. Dit duidt erop dat SRM2 en OPS verschillend met meteorologische effecten omgaan. Er zijn richtingen waar bij OPS hogere waarden berekend (groen) en daar waar SRM2 hogere waarden berekend (rood). In zijn totaliteit onderschat SRM2 voor dit specifieke punt de concentratie met een factor 1,3. In eerdere figuur kon worden geconstateerd, dat er wegdelen zijn waar de concentratie wat meer wordt onderschat dan op andere wegdelen. Het gekozen punt in de Veluwe kent daarbij een relatief grote onderschatting. Tegelijkertijd kan in die figuur ook worden geconstateerd dat overschatting door SRM2 praktisch gezien niet voorkomt. Op deze wijze kan nu worden ingeschat dat de concentratie NO_x gemiddelde genomen met een factor 1,0 - 1,3 wordt onderschat. Daarbij zij opgemerkt dat het kennelijk zo is, dat in gebieden waar relatief veel depositie wordt verwacht de fout groter is dan in de wat meer stedelijke gebieden. Vermoed wordt dit hier ook de oorzaak ligt voor het depositieverschil tussen de Veluwe en de Flevopolder.

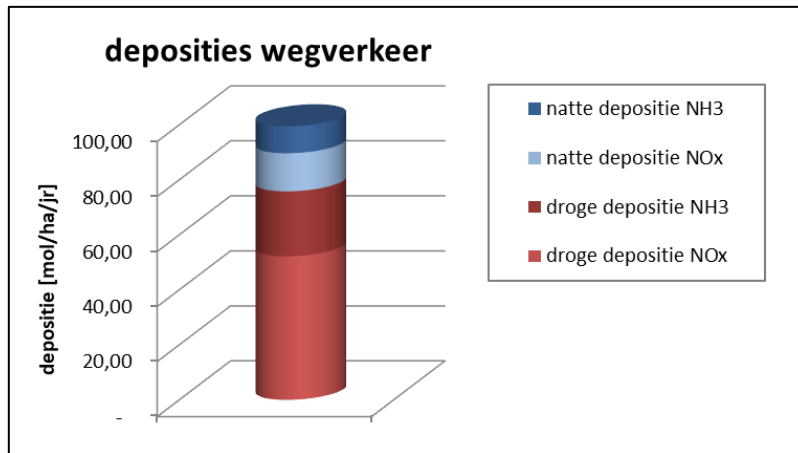
Jammer genoeg zijn geen concentratie gegevens van NH_3 in AERIUS lucht van de NSL monitoring tool beschikbaar. Het is daarom dat niet kan worden vastgesteld of ook de concentratie NH_3 in SRM2 ten opzichte van OPS afwijkt. Vermoedt wordt echter dat voor deze component vergelijkbaars geldt als voor NO_x aangezien voor het atmosferische transport vooral meteorologische aspecten een rol spelen die voor NH_3 en NO_x hetzelfde zijn.

4.7 Depletie en samenvatting van concentratie effecten

Uit Figuur 6 in paragraaf 2.5 bleek dat tot 5 km in de Veluwe tot 24% van de NH_3 emissies en 5,6% van de NO_x emissie tot deposities leidt. Om die reden moet in SRM2 met depletie rekening worden gehouden, want anders zouden volgens de massabalans de concentraties te hoog zijn. Uit de beschrijving van de implementatie van SRM2 in AERIUS calculator paragraaf 6 blijkt dat met een dergelijke depletiefactor rekening is gehouden. Belangrijk is echter, dat het rekeninghouden met deze depletiefactor zou moeten gebeuren voordat de concentratie wordt vastgesteld, en dat deze depletie onderdeel wordt van de berekende concentratie. Het RIVM past echter zoals uit figuur 10 in paragraaf 5.1 blijkt, de depletie toe nadat de concentratie is berekend. De concentratie wordt daardoor onterecht verlaagd. Dit betekent dat ook de depositie onterecht wordt verlaagd. Voor NH_3 kan hier de fout oplopen tot een factor 1,3, voor NO_x zou in beginsel beperkt kunnen blijven tot maximaal 1,06.

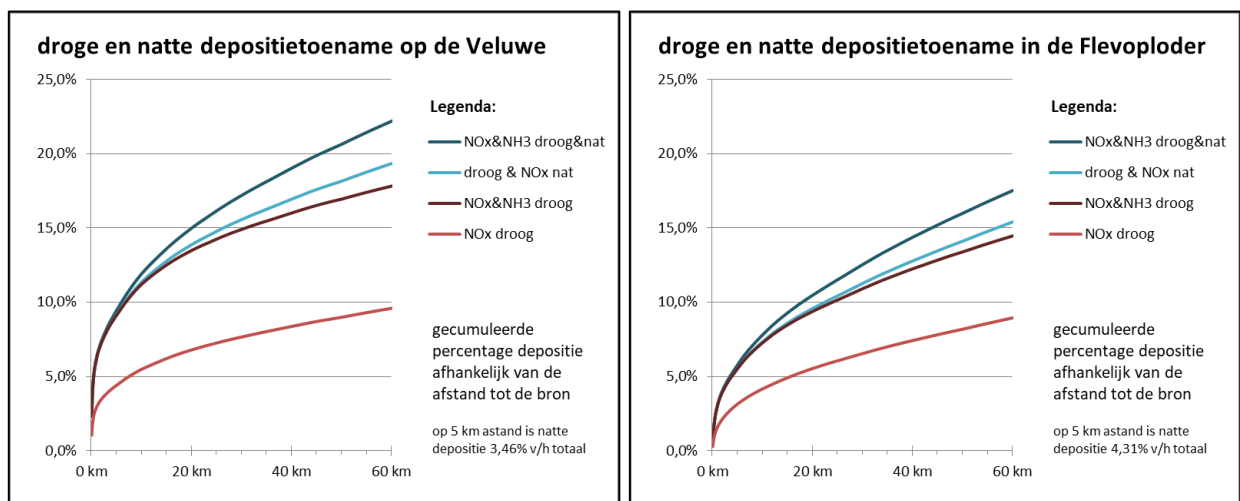
4.8 Natte depositie

Natte depositie wordt in SRM2 volledig buiten beschouwing gelaten. Dat kan ook niet anders, aangezien het model hierin niet voorziet. Natte depositie heeft een veel groter verspreidingsgebied en deze vindt ook in mindere mate binnen een afstand van 3-5 km vanaf de bron plaats. Toch laat onderstaande figuur zien, dat ook het wegverkeer een relevante bijdrage aan natte deposities levert. Deze getallen zijn afkomstig uit eerder in paragraaf 3.3 berekende GCN/GDN verdeling met OPS-pro.



Figuur 24: Natte en droge deposities afkomstig van het Nederlandse wegverkeer

Om inzichtelijk te maken hoeveel natte depositie binnen een rekengrens van 5 km kan worden verwacht is met OPS-pro een depositieberekening gemaakt als puntbron, op dezelfde manier als dat ook in paragraaf 2.5 van deze rapportage is gedaan, waarbij opnieuw is uitgegaan van dezelfde bronlocaties en emissie-hoeveelheden. In tegenstelling tot AERIUS biedt OPS-pro wel een uitsplitsing van natte en droge depositie in de resultaten aan, daarnaast kan met OPS-pro ook op grotere afstand tot de bron worden gerekend. Onderstaande figuur laat de uitkomsten zien.



Figuur 25: gecumuleerde natte en droge depositie uitgesplitst voor NOx en NH3 in de Veluwe en in de Flevopolder

Door het achterwege laten van de natte depositie, levert volgens deze berekeningen een onderschatting van de deposities met 3,0% tot 4,5% binnen de rekengrens van 5 km, dit komt overeen met een factor 1,03 - 1,05. Maar voor het inzicht in de deposities van het wegverkeer in zijn geheel, wordt uiteindelijk toch een belangrijk gedeelte van de deposities niet meegenomen. Juist ook vanwege de natte deposities is het belangrijk om ook buiten de rekengrens van 5 km te rekenen.

4.9 Samenvattend

Onderzocht is welke aspecten oorzaak zijn van de lagere berekende deposities in SRM2 binnen het rekegebied van 5 km. Het blijkt immers, dat de berekende depositie in SRM2 een factor 2,0 - 2,3 lager is dan met OPS. Dit verschil is opmerkelijk, omdat de depositiesnelheid voor SRM2 met behulp van OPS wordt vastgesteld. Voor NO_x is daarbij het verschil een factor 3,8 terwijl dit voor NH_3 het verschil “slechts” een factor 1,7 is.

De navolgende oorzaken zijn daarbij gevonden:

- De berekening van de depositiesnelheid maakt gebruik van een complexe werkwijze om deposities en emissies te berekenen. Onnauwkeurigheden ontstaan daarbij door het toepassen van een 1 x 1 km verkeeremissie-grid, 4 ha hexagonalen receptor-grid en het beperken van de OPS berekeningen tot cirkels van 1, 2 en 3 km rond de receptoren terwijl deposities tot op grote afstand van de bron plaatsvinden. Er vindt daarbij een middeling over grotere oppervlaktes plaats, waardoor de uitkomsten minder nauwkeurig zijn. Zo worden lokale verschillen in uitkomsten geconstateerd, doch opmerkelijk genoeg komen de gemiddelde depositiesnelheden redelijk goed met de depositiesnelheden in OPS overeen. Dit laat onverlet dat het opmerkelijk is, dat niet gekozen is voor de implementatie van de DEPAC module in SRM2, aangezien alle andere Nederlandse depositiemodellen daar wel gebruik van maken.
- Geconstateerd wordt dat bij de bepaling van de depositiesnelheid uitgegaan wordt van de concentratie NO_x , doch bij het gebruik van deze factor binnen SRM2 blijkt dat uitgegaan wordt van de concentratie NO_2 . Omdat de concentratie NO_2 tijdens de emissie 18% is en nadien terugloopt naar 50%-60%, vinden hierdoor belangrijke onderschattingen in de depositie plaats, met name rond de snelweg. Voor NO_x is wordt zo de depositie met een factor 1,6 - 2,0 onderschat. Dicht bij de bron loopt dit op naar een factor 5. Hiermee kan het grootste verschil tussen OPS en SRM2 voor wat betreft NO_x worden verklaard.
- SRM2 berekent voor NO_x een lagere concentraties dan OPS. Voor NH_3 kon dit niet worden vastgesteld maar is een zelfde systematische fout aannemelijk. Dit verschil neemt toe naarmate de afstand van de weg toeneemt. Hierbij geldt voor concentraties net als voor deposities, dat door de rekengrens, ook binnen een afstand van 5 km tot de weg deze

systematisch worden onderschat. Het is daarom dat SRM2 tot een afstand van 3,5 km kan worden gebruikt, waarna de verschillen zo groot worden (groter dan een factor 4), dat de berekende SRM2 concentraties niet meer bruikbaar zijn. Uiteindelijk, indien men de rekgrens buiten beschouwing laat, is dat de concentratie NO_x toch nog een factor 1,0-1,3 in SRM2 lager is dan in OPS.

- Het blijkt, dat na het vaststellen van de concentratie ook een depletiefactor wordt toegepast. Dit is natuurlijk niet juist, omdat de depletiefactor alleen gebruik kan worden om ervoor te zorgen dat de concentratie juist wordt berekend. Voor NH_3 betekent dit dat de fout kan oplopen tot een factor 1,30 voor NO_x blijft dit vanwege de mindere mate van depletie beperkt tot een factor 1,06.
- Vanaf 3 km kan ook natte depositie een rol spelen. Omdat SRM2 alleen droge depositie berekend wordt hierdoor de depositie eveneens onderschat. Vastgesteld kan worden dat het daarbij gaat om een zeer kleine fout, te weten een factor 1,03 tot 1,05. Pas op grotere afstand speelt natte depositie een grotere rol.

Al met zijn er verschillende redenen, waardoor het SRM2 model ook binnen de rekgrens van 5 km een lagere depositie uitrekent. Opmerkelijk genoeg ligt dit echter niet aan de depositiesnelheid, maar aan de concentratie en de wijze waarop deze concentratie voor het berekenen van deposities wordt gebruikt. Alle afwijkingen die zijn gevonden, zijn daarbij in het voordeel van wegenprojecten. De belangrijkste oorzaak is dat bij de berekening van depositiesnelheden is uitgegaan van NO_x terwijl bij het gebruik van deze snelheid in SRM2 gebruik gemaakt wordt van NO_2 . Maar ook door het alsnog toepassen van een depletiefactor en het feit dat SRM2 intrinsiek een lagere concentratie berekend dan OPS zorgt ervoor dat SRM2 lagere deposities berekend dan OPS.

H5 Gemengd gebruik SRM2 | OPS

5.1 Inleiding

Bij het vaststellen van de depositieruimte, die is ontstaan met het verlagen van de maximum snelheid op snelwegen naar 100 km/uur overdag, is door het RIVM gebruik gemaakt van een combinatie van SRM2 en OPS. Het betreft hier een nieuwe rekenmethodiek die afwijkt van het thans gangbare principe waarbij op nationale schaal de GCN/GND kaarten die worden berekend met OPS evenals de individuele infrastructurele projecten die worden doorgerekend met SRM2. Dit hoofdstuk onderzoekt wat dit gecombineerde gebruik van SRM2 | OPS precies betekent.

5.2 Overgang SRM2 naar OPS bij afstandsgrens of bij rekengrens

In beginsel zijn twee mogelijkheden denkbaar bij gecombineerd gebruik SRM2|OPS. Zo kan men receptoren tot een afstand 5 km van de weg met SRM2 berekenen, terwijl de overige receptoren, die op een grotere afstand liggen met OPS berekend. In dit geval wordt uitgegaan van een afstandsgrens van 5 km. Een andere methode is om voor elk afzonderlijke bron op de weg tot een afstand van 5 km met SRM2 te rekenen en daarbuiten met een OPS. Hierdoor wordt ook voor receptoren binnen een afstand tot 5 km met OPS gerekend, namelijk voor die emissiebronnen die verder dan 5 km liggen. In dat geval wordt uitgegaan van een rekengrens van 5 km (voor uitleg over het verschil tussen afstandsgrens en rekengrens wordt verwezen naar figuur 4 in paragraaf 2.4).

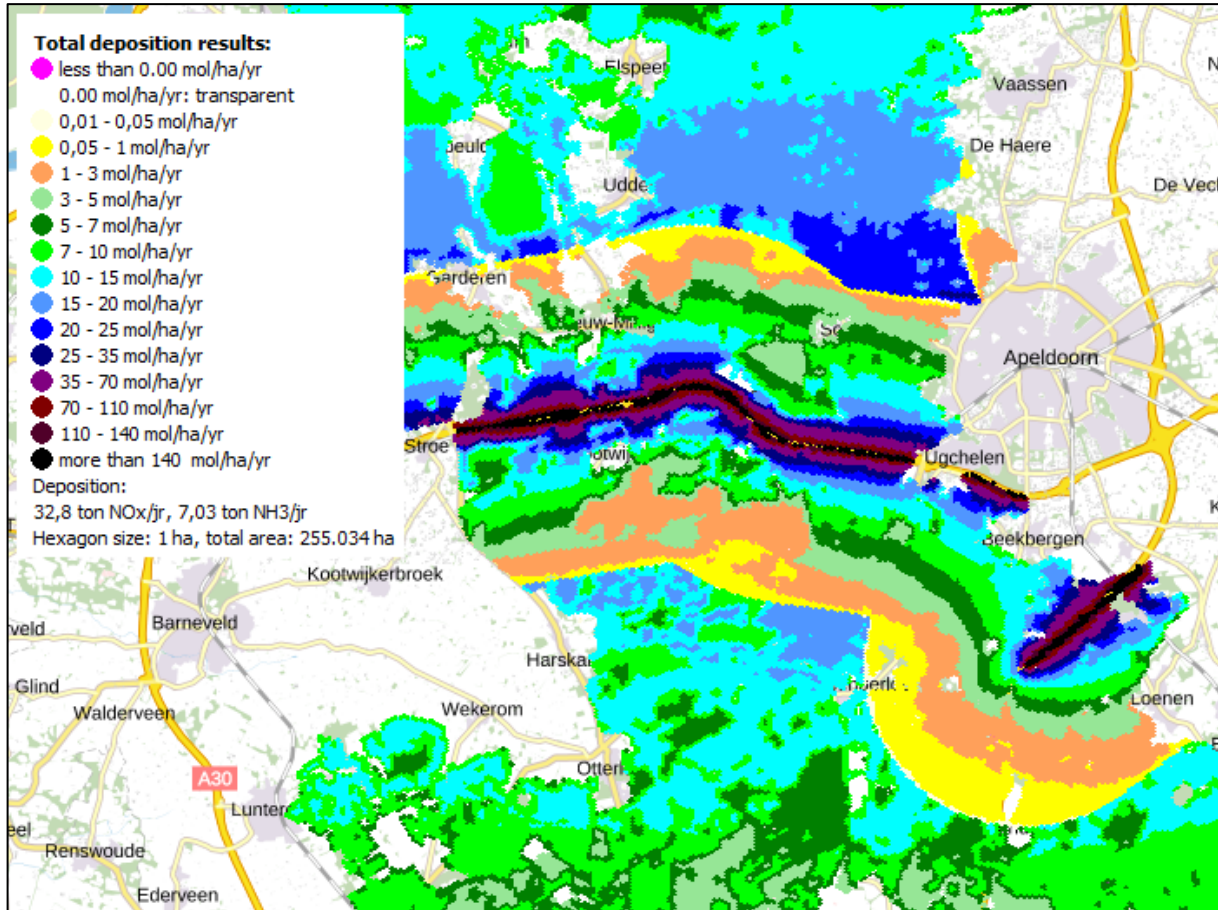
De beschrijving van de berekening door de RIVM¹⁹ geeft niet duidelijk aan of met een afstandsgrens of juist met een rekengrens van 5 km is gerekend. De suggestie wordt gewekt dat men uitgaat van een afstandsgrens, maar zekerheid biedt de beschrijving niet. Daarom zijn beide methoden hier nader uitgewerkt om het verschil voor het eerder geselecteerde onderzoeksgebied zichtbaar te maken.

5.3 Berekening uitgaande van afstandsgrens

Voor een gecombineerde SRM2|OPS depositieberekening waarbij de overgang wordt bepaald door de afstandsgrens is het verkrijgen van de resultaten relatief gezien eenvoudig. Berekend worden zowel de depositiebijdragen uit met SRM2 als ook met OPS. Vervolgens worden de resultaten samengevoegd door voor elk receptor punt waarbij een depositie is berekend met SRM2 uit te gaan van deze depositie uitkomsten van SRM2 en in alle andere gevallen uit te gaan van de depositie

¹⁹ Notitie Notitie “Bepaling effecten snelheidsverlaging op depositie stikstofgevoelige natuur”, RIVM d.d. 6 mei 2020

uitkomsten van OPS. Deze wijze van gecombineerde berekening van OPS en SRM2 levert een harde overgang rond de 5 km grens op, zoals uit navolgende figuur blijkt.

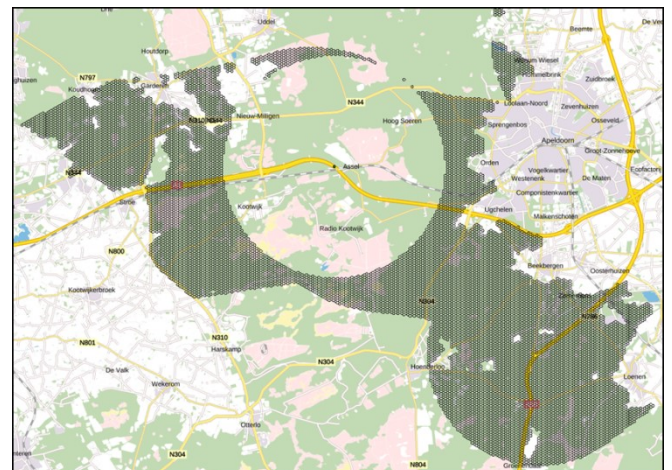


Figuur 26: Combinatie SRM2 en OPS gebruik makend van een afstandsgrens

Bij SRM2 daalt de depositie tot aan de grens beneden 1 mol/ha/jr terwijl daarna OPS verder gaat met een berekende depositiewaarde van rond 20-30 mol/ha/jr. Duidelijk mag zijn, dat dit geen reëel beeld van het depositieverloop geeft.

5.4 Berekening uitgaande van rekengrens

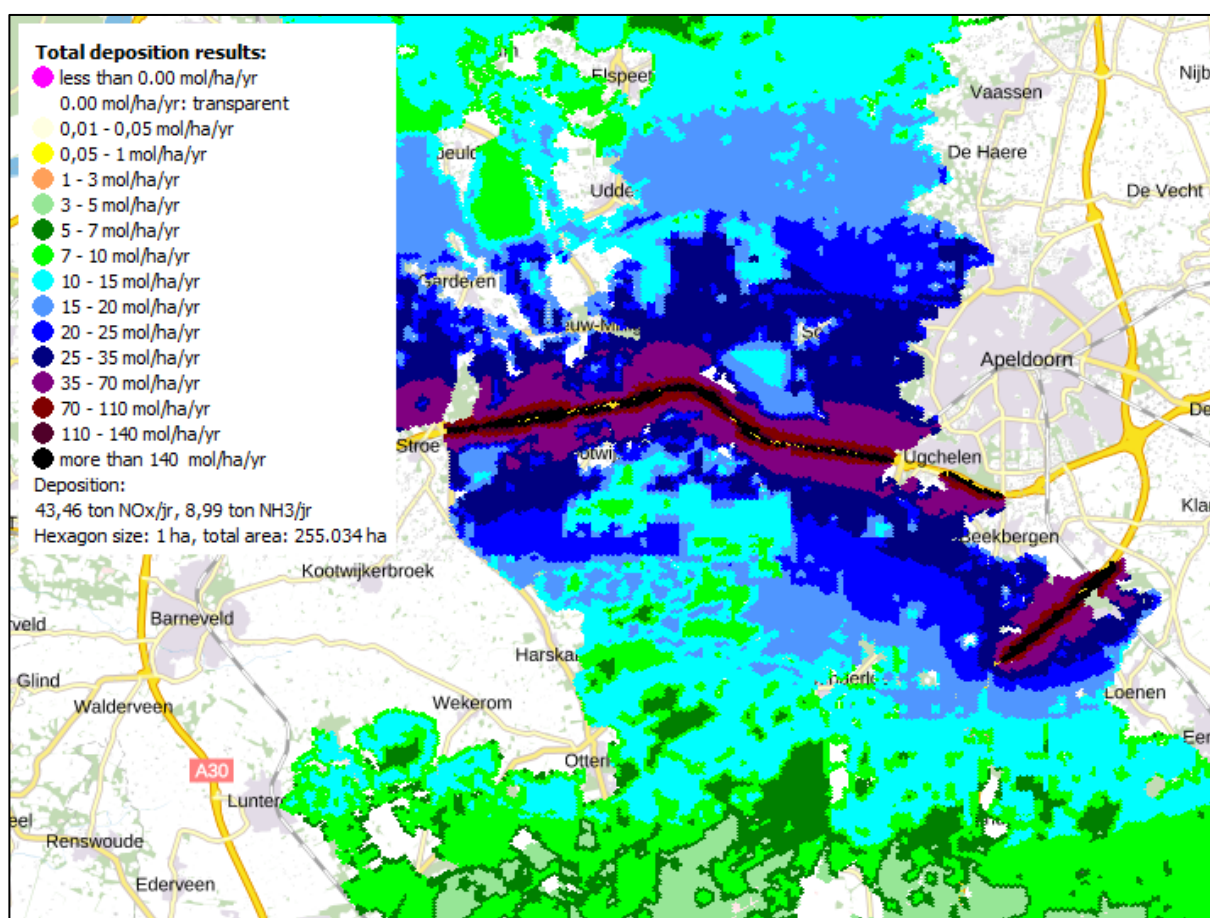
Voor een gecombineerde SRM2|OPS depositieberekening waarbij de overgang wordt bepaald door een rekengrens, zal per afzonderlijke bron een OPS berekening moeten worden uitgevoerd. Daarbij wordt voor elk afzonderlijke emissie-bron een eigen receptor-bestand (AERIUS stikstofgevoelige hexagonen) samengesteld waar telkens tot een afstand tot 5 km tot de bron de



Figuur 27: Voorbeeld rekengrid voor één geselecteerde bron



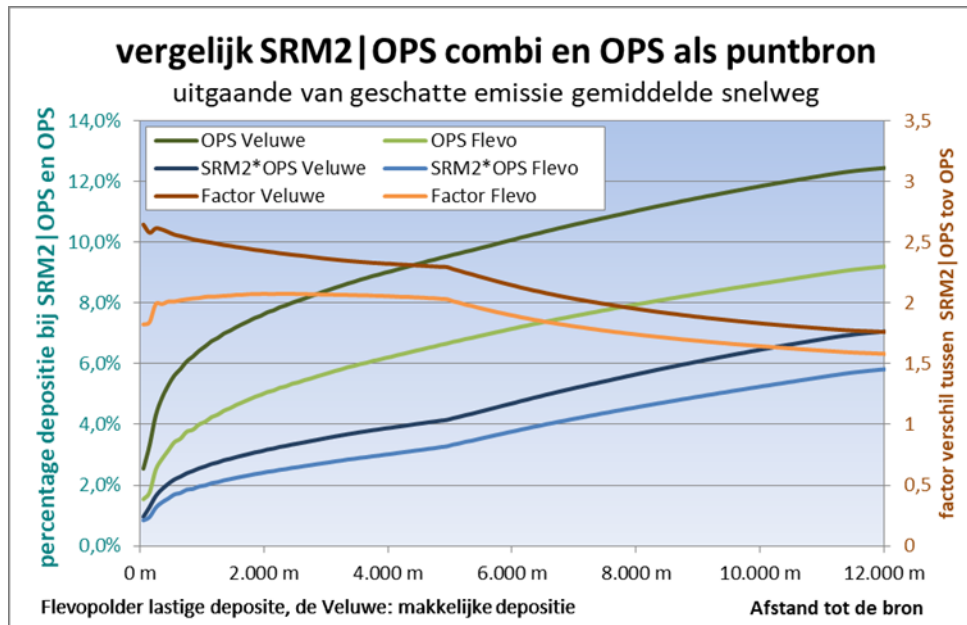
receptorpunten uit zijn verwijderd. Op deze wijze berekent OPS pas vanaf 5 km deposities. Omdat het in dit geval om meer dan 10.000 bronnen en dito losstaande OPS-berekeningen gaat, is het nodig dat de OPS-berekeningen worden geautomatiseerd. Hiernaast staande figuur laat zien hoe een dergelijk samenstelling van receptoren voor één specifieke emissie-bron uit ziet. De bijbehorende bron van dit receptorbestand zit in het centrum van de cirkel, op de snelweg bij Assel. Omdat dit heel rekenintensief is, is voor deze berekening alleen tot een afstandsgrens van 5 km gerekend. Daarbuiten hoeft per bron geen rekening meer gehouden te worden met de rekengrens, en zal voor elke bron een OPS bijdrage aanwezig zijn. Voor deze receptoren zijn dan de reguliere OPS resultaten van toepassing.



Figuur 28: Combinatie SRM2 en OPS gebruik makend van een rekengrens

Deze wijze van berekening levert een vloeiende overgang tussen SRM2 en OPS op, omdat op grotere afstand tot de weg steeds meer met OPS wordt gerekend, terwijl rond de weg zelf de SRM2 berekening overheerst. De berekeningsuitkomsten lijken in beginsel op die van OPS, zoals deze in Bijlage A is toegevoegd. Maar als men goed kijkt ziet men dat rond de weg zelf de deposities lager zijn. Ook de totale depositie in het gehele rekengebied is lager. Terwijl met OPS is berekend dat 56,5 ton NO_x/ha/jr en 10,7 ton NH₃ ton/ha/jr in stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden deponert,

is dit in de combinatie nog maar slechts 43,5 ton NO_x en 9,0 ton NH₃. Daarmee wordt de depositie ook in deze combinatie met een factor 1,3 onderschat.



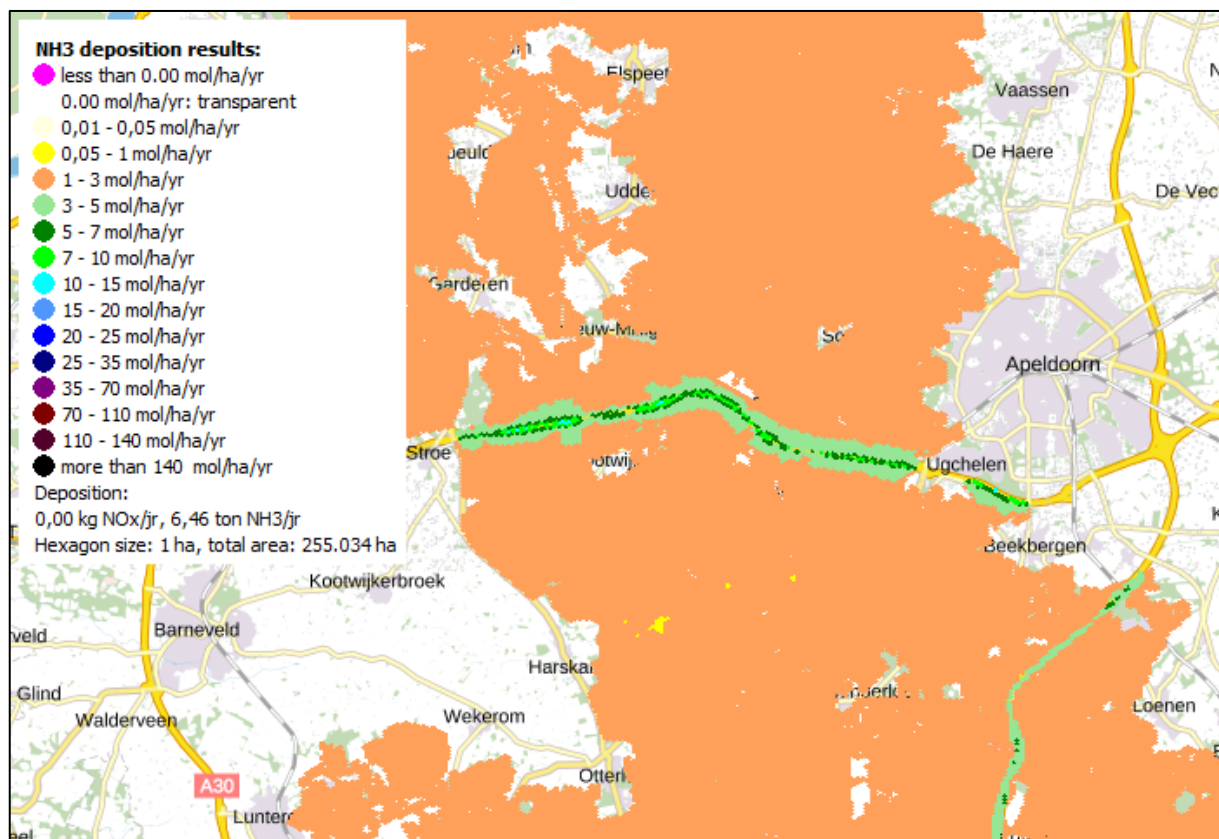
Figuur 29: Gecumuleerde depositie bij een gecombineerd gebruik van SRM|OPS op basis van rekenregens

Het verschil tussen de combinatie SRM2|OPS kan ook als puntbron zichtbaar gemaakt worden door tot 5 km uit te gaan van SRM2 en nadien bij de depositie toename uit te gaan van OPS. Op deze wijze neemt de fout-factor na 5 km af, en ligt volgens de grafiek bij een afstand van 12 km rond 1,6. Dit ligt in lijn met eerder geconstateerde fout van 1,3 in het onderzoeksgebied voor heel Nederland. Het gecombineerde gebruik van SRM2|OPS in deze combinatie levert zodoende andere resultaten op dan met OPS en kan derhalve niet naast of in plaats van OPS worden gebruikt, indien men deposities van verschillende sectoren wil vergelijken.

5.5 Gebruikte berekeningsmethodiek voor generieke maatregel

Om te achterhalen welke methode van gecombineerd gebruik van SRM2|OPS door het RIVM is toegepast bij het bepalen van de depositieruimte voor de generieke snelheidsverlaging op snelwegen naar 100 km/uur overdag is het voldoende om uitkomsten van het RIVM berekening visueel te bestuderen. Apollon heeft de door het RIVM gepubliceerde data van de vrijgekomen depositieruimte ten behoeve van de woningbouw en MIRT projecten ingelezen in haar programmatuur, om navolgende figuur voor dit specifieke onderzoeksgebied samen te stellen. Het betreft hier 70% van de berekende depositiemindering die optreedt als gevolg van de generieke maatregel en die als beschikbare ruimte met positieve waarden is weergegeven. De overige 30% wordt aan de natuur toebedeeld en is geen vrijkomende ruimte.

De depositieresultaten voor de berekening van de effecten van de generieke maatregel laten veel lagere deposities zien. Dit blijkt ook uit de totale hoeveelheid depositieminering welke is berekend. Dit valt te verklaren, doordat het hier niet gaat om alle deposities van de rijksweg, maar slechts om de depositieafname bij een verlaging van de maximumsnelheid. Het blijkt verder dat het RIVM in haar data geen uitsplitsing van NH_3 en NO_x bekend heeft gemaakt, de hoeveelheid deposities zou, indien uitgegaan wordt van NH_3 , overeenkomen met 6,5 ton. Voor NO_x zou dit dan 17,5 ton zijn. Dit valt te betreuren, daar de depositie-effecten van NH_3 en NO_x toch van elkaar verschillen. Opgemerkt wordt daarom dat een verlaging van de maximumsnelheid in zijn algemeenheid vooral effect heeft op NO_x , terwijl NH_3 over het algemeen een grotere impact heeft op de natuur. Het beeld is verder egaler dan eerdere berekeningen, omdat nu van alle snelwegen de deposities zijn berekend en niet uitsluitend de wegen in het onderzoeksgebied.



Figuur 30: Vrijgekomen depositieruimte door generieke maatregel snelheidsverlaging in het onderzoeksgebied

Het belangrijkste is met name, dat er geen harde depositiegrenzen zijn op een afstand van 5 km. Daarom kan worden uitgegaan dat het RIVM in haar berekening gebruik gemaakt heeft van de overgang bij de rekengrens en niet bij de afstandsgrens tussen OPS en SRM2. Dit is relevant, omdat daarmee binnen de afstandsgrens van 5 km met SRM2 minder deposities worden berekend dan met de combinatie van SRM2 | OPS waarmee de depositieruimte is vastgesteld. Omdat het de bedoeling is om met deze depositieruimte MIRT-7 projecten mogelijk te maken, ontstaat hier de situatie waarbij enerzijds men met de combinatie SRM2 | OPS veel depositieruimte berekent, maar tijdens het

gebruik van de ruimte men met SRM2 ook binnen de afstand van 5 km tot de weg juist minder deposities beoogt te berekenen.

Het gecombineerde gebruik van SRM2 | OPS had vermoedelijk dit verschil in telling moeten maskeren. Want indien bij de berekening van de depositieruimte was uitgegaan van OPS en bij het gebruik van de ruimte van SRM2 dan was overduidelijk geweest dat hier een recenteruc was toegepast om extra depositieruimte te creëren. Nu wordt alsnog een recenteruc toegepast, maar de beschrijving van het RIVM laat vermoeden dat dit niet het geval is. Het beeld ontstaat dat tot een afstandsgrens van 5 km uitgegaan is van SRM2 terwijl daarna is gerekend met OPS, en men zou kunnen aannemen dat tot 5 km de beide berekeningen dezelfde uitkomsten zouden laten zien. In werkelijkheid worden tot een afstand van 5 km vanaf de weg de resultaten ook met OPS gerekend en zijn de depositiebijdragen van het gecombineerde gebruik van SRM2 en OPS groter dan indien enkel met SRM2 wordt gerekend.

H6 Conclusies

Onderzocht zijn de verschillen tussen de verspreidingsmodellen OPS en SRM2. Beide modellen worden binnen AERIUS gebruikt voor het berekenen van deposities, waarbij SRM2 uitsluitend wordt toegepast voor het wegverkeer. Bij het berekenen van grootschalige depositiekaarten daarentegen, wordt ook bij het wegverkeer OPS gebruikt. Het wegverkeer geniet op deze wijze een uitzonderingspositie bij het vaststellen van deposities voor het beoordelen van project-effecten. In zijn totaliteit berekend OPS in zijn algemeenheid tot wel 6,0 keer meer deposities dan SRM2.

Het bijzondere is, dat SRM2 een rekengrens kent van 5 km, terwijl deposities in werkelijkheid tot vele honderden kilometers vanaf de emissiebron kunnen plaatsvinden. Deze rekengrens heeft niet alleen effect op gebieden buiten de afstand van 5 km vanaf de weg, maar ook binnen deze afstand worden de deposities onderschat, omdat op elk afzonderlijk receptorpunt slechts deposities afkomstig van een beperkte weglengte worden meegenomen, te weten binnen een cirkel van 5 km. Ook natte deposities die op grotere afstand vanaf de bron plaatsvinden blijven op die manier buiten beeld.

Echter dit is niet de enige onderschatting. Uit zich zelf berekent SRM2 deposities die een factor 2,0-2,3 lager zijn dan bij OPS. En dat is opmerkelijk, omdat de depositiesnelheid niet met SRM2 wordt berekend, maar met behulp van OPS. Met name voor NO_x is de fout groot. Ook dit is nader onderzocht en vastgesteld kon worden dat de navolgende aspecten daarin een rol spelen:

- SRM2 gebruikt bij de depositieberekening de concentraties NO_2 , de component die tot depositie leidt, terwijl in de berekening van de depositiesnel enkel is uitgaan van NO_x de concentratie die in OPS wordt berekend. Dit kan het depositieverschil voor NO_x verklaren, waarbij dicht bij de weg het verschil het grootst is (factor 5) en deze daarna snel afneemt (factor 1,6 - 2,0).
- Vastgesteld kon worden, dat OPS lokaal hogere concentraties berekent dan SRM2. Daarbij is het zo dat het verschil tussen concentraties van SRM2 en OPS snel toenemen, naarmate de afstand naar de weg groter wordt. De rekengrens heeft namelijk niet alleen effect op de deposities maar ook op de concentraties. Echter ook zonder rekengrens wordt geschat dat SRM2 een factor 1,0-1,3 lagere NO_x concentraties berekend. Een concentratievergelijk voor NH_3 kon niet worden uitgevoerd, maar verwacht wordt dat hier dezelfde aspecten een rol spelen.
- Uit de beschrijving blijkt voorts dat een depletiefactor op de berekende concentraties is toegepast. Indien echter de concentraties in SRM2 juist zijn berekend is, dan is het gebruik van een depletiefactor niet terecht. Doordat de depletiefactor achteraf op de berekende

concentratie wordt toegepast, leidt dit tot een te lage depositieberekening te weten een factor 1,3 voor NH_3 en 1,06 voor NO_x .

- Ook binnen een rekengrens van 5 km kunnen 3,0 - 4,5% natte deposities optreden. SRM2 berekent uitsluitend droge deposities, dit leidt dan tot een verschilfactor van 1,03 - 1,05.

De gehanteerde rekengrens en deze modelverschillen hebben uiteindelijk tot gevolg dat bij projecten gemiddeld genomen de deposities in het wegverkeer met een factor 4,7 - 6,0 worden onderschat. Voorheen was dat nog meer toen naast een rekengrens van 5 km ook een afstandsgrens van 3 km werd toegepast. Geconstateerd kan worden dat voordat SRM2 werd toegepast als nationaal rekeninstrument voor deposities, TNO in een doelmatigheidsonderzoek de problemen van het verkeerd gebruik van de depositiesnelheid evenals de problematiek rond de depletiefactor had onderkent. Zij markeerden dit als aandachtspunten en adviseerden het gebruik van OPS in plaats van SRM2.

Geconstateerd is verder dat SRM2 niet bedoeld is om deposities te berekenen. Het is ingericht om lokaal de luchtkwaliteit rond wegen vast te stellen. SRM2 kan geen effecten op grotere afstand berekenen, OPS kent deze beperkingen niet. Het adviescollege "Meten en Berekenen Stikstof" komt in haar eindoordeel tot de conclusie dat om deze redenen het gebruik van SRM2 bij wegprojecten tot een niet verdedigbaar verschil leidt in de beoordeling met andere sectoren.

Voorts is ook gekeken naar een combinatie van SRM2 en OPS, omdat het RIVM daarmee de depositieruimte heeft vastgesteld welke is ontstaan door de generieke snelheidsverlaging op snelwegen overdag naar 100 km/u. Het blijkt dat deze combinatie aanzienlijk meer deposities berekent dan SRM2 alleen, ook binnen de afstandsgrens van 5 km. Het lijkt erop dat met deze combinatie gepoogd wordt te verhullen dat met het vaststellen van de depositieruimte systematisch meer ruimte wordt berekend, dan bij het toepassen van deze ruimte met SRM2 bij de voorgenomen MIRT-7 projecten. Op deze wijze kan aanzienlijk meer depositie ontstaan dan met de verlaging van de snelheid is gereduceerd, de natuur gaat hierop dan achteruit.

Geadviseerd wordt om SRM2 niet te gebruiken voor het berekenen van deposities, maar uitsluitend uit te gaan van OPS. Een uitzondering voor de depositieberekening voor het wegverkeer is onnodig en bovendien onwenselijk, omdat daarmee de deposities bij het realiseren van wegprojecten systematisch worden onderschat.

Bijlage A: Figuren met gedetailleerde berekeningsuitkomsten

Figuur A1: Geïmporteerde depositieresultaten voor SRM2

Figuur A2: Geïmporteerde depositieresultaten voor OPS

Figuur A3: Resultaten voor onderzoek puntbron in de Flevopolder

Figuur A4: Resultaten voor onderzoek puntbron in op de Veluwe

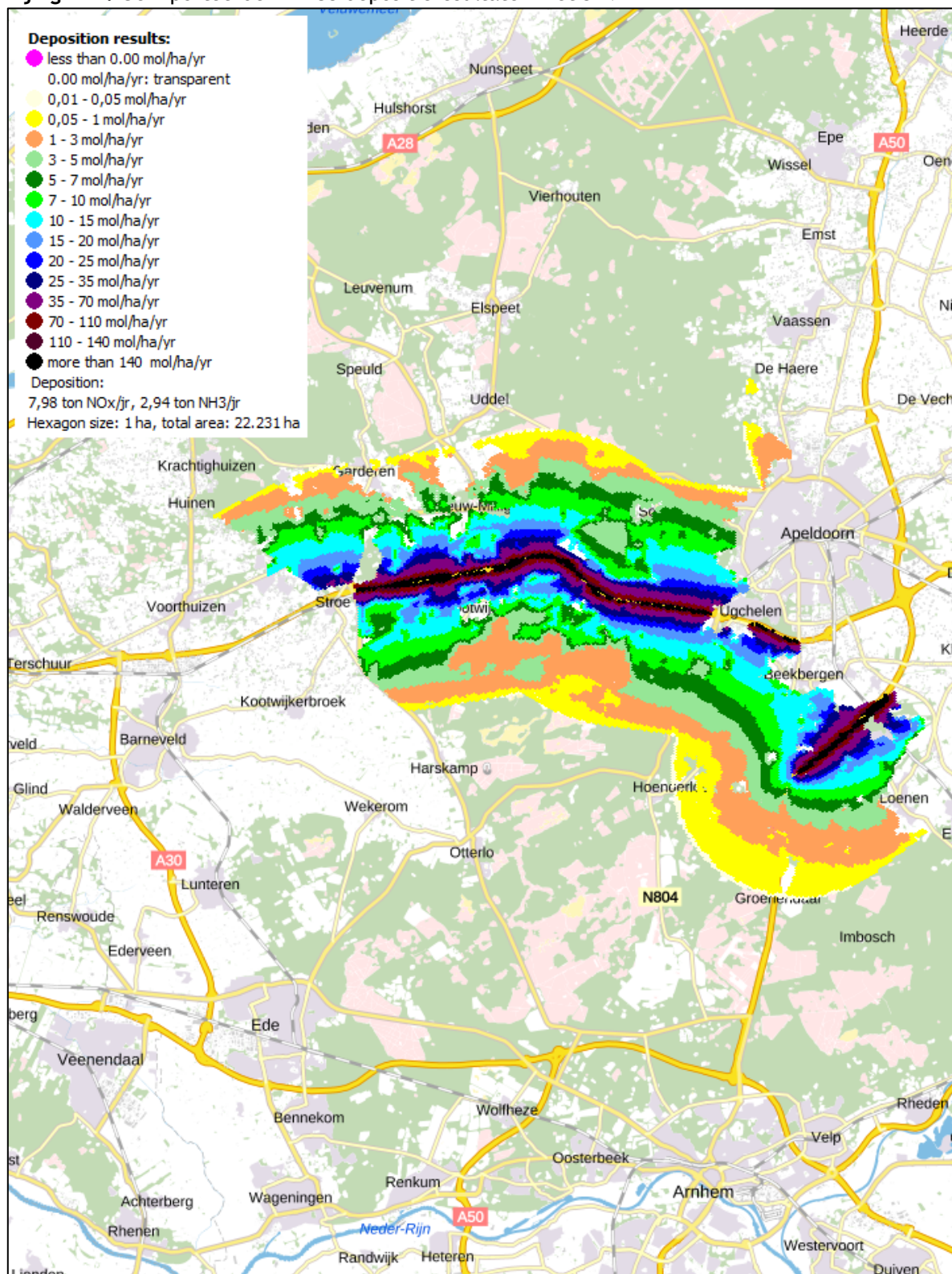
Figuur A5: Resultaten voor natte en droge depositie voor eerder genoemde puntbronnen (OPS-pro)

Figuur A6: Vrijgekomen depositieruimte van generieke verlaging maximumsnelheid naar 100 km/u

Figuur A7: Specifieke wegelementen in het onderzoeksgebied

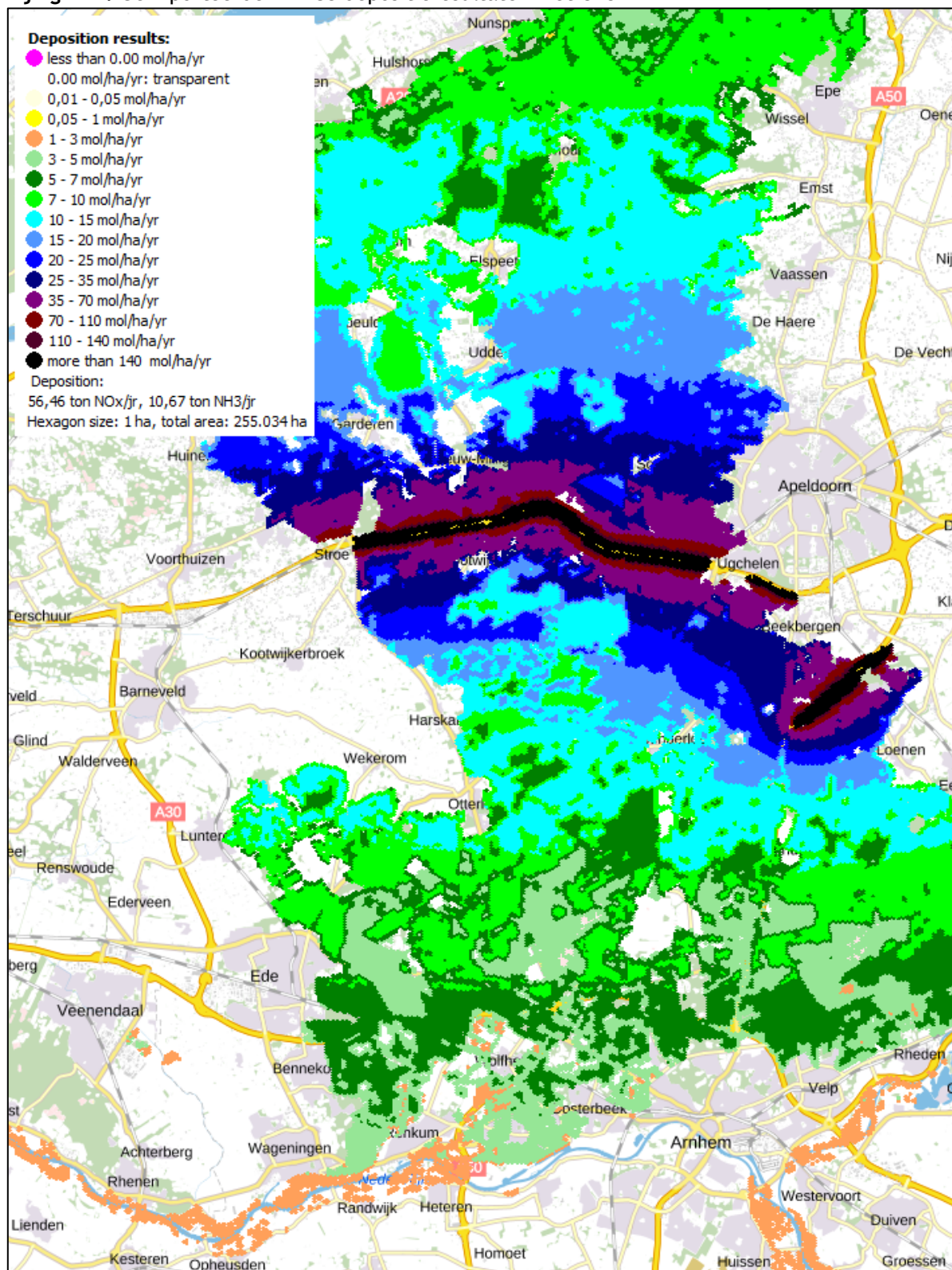


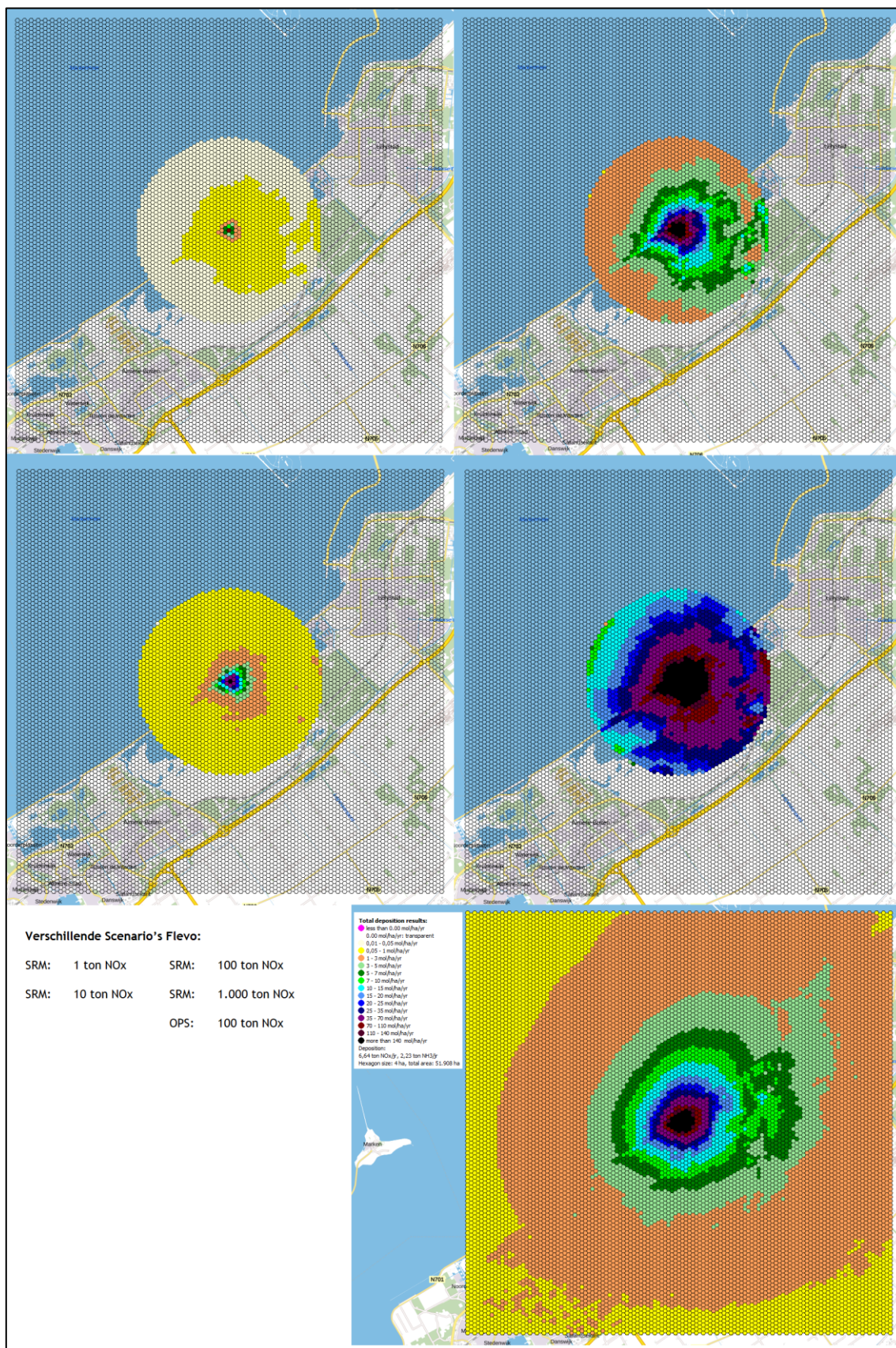
Bijlage A1: Geïmporteerde AERIUS depositieresultaten met SRM2

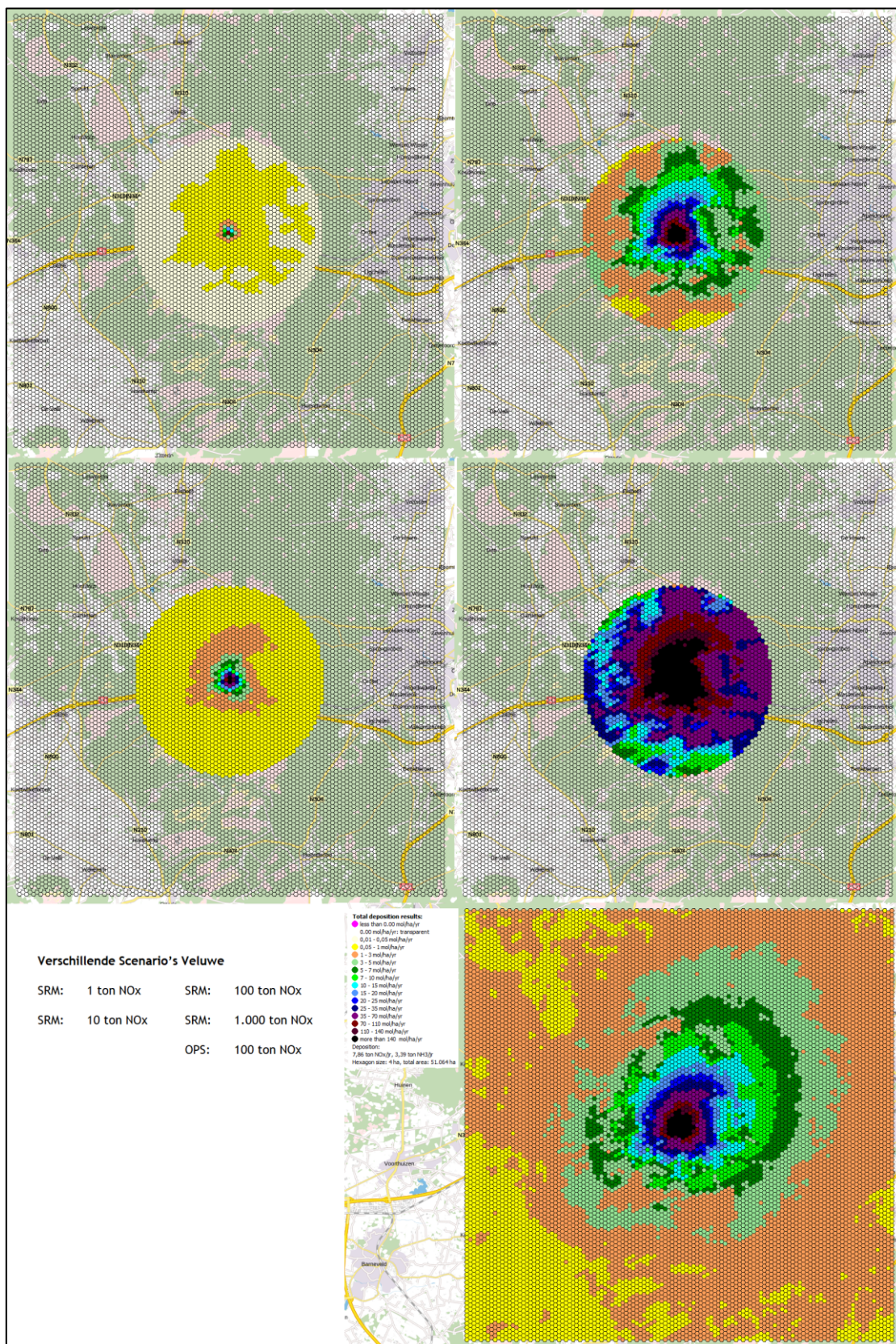




Bijlage A2: Geïmporteerde AERIUS depositieresultaten met OPS

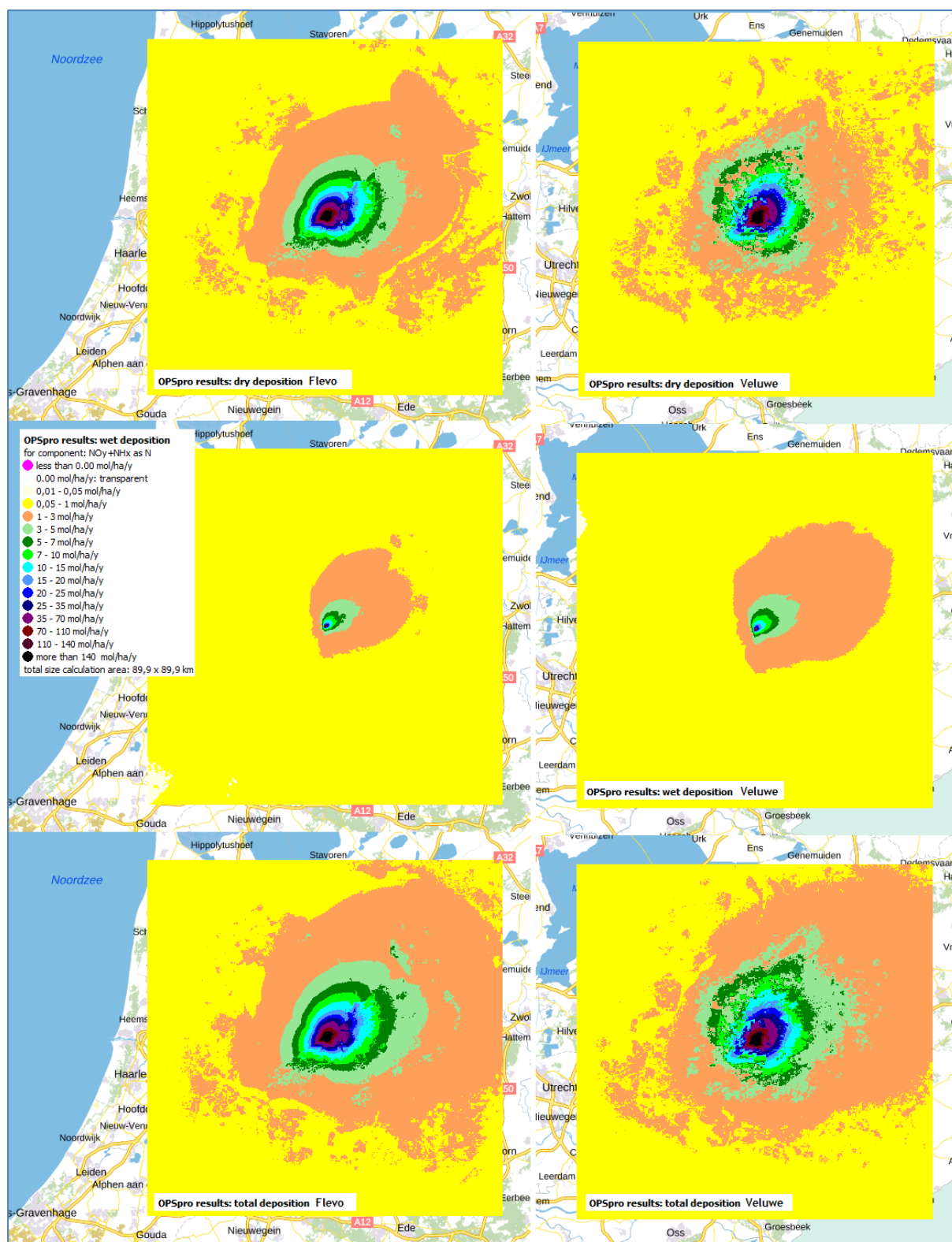








Bijlage A5: Natte en Droge depositie op de Veluwe en in de Flevopolder, berekend met OPS-pro





Bijlage A6: Kaart met vrijgekomen depositieruimte berekend door het RIVM



Figuur A7: Specifieke wegelementen in het onderzoeksgebied



Bovenstaande figuur laat de wegelementen zien, welke in SRM2 voor het onderzoeksgebied zijn gespecificeerd. Het blijkt dat vooral rond de steden Apeldoorn en Amersfoort veel wegelementen worden aangetroffen en in mindere mate rond de Natura 2000 gebieden. Deze wegelementen zullen daarom voor het grootste deel geen of nauwelijks invloed hebben op de uitkomsten van dit rapport.

Geconstateerd wordt verder, dat in NSL net voor Apeldoorn een relevant deel van de weg als een tunnel is beschreven. Let wel, het gaat hierbij niet om een zogenaamde tunnel-factor maar om een echte tunnel. Dit is opmerkelijk, omdat op dit deel van de weg zich helemaal geen tunnel bevindt. Het beschrijven van een dergelijk wegelement welke er niet is, kan inderdaad ook leiden tot lokale onderschatting van de concentraties en daarmee ook van deposities. Dit kan vervolgens inderdaad als men goed kijkt in figuur 22, als lokaal effect worden vastgesteld. Maar op de algehele bevindingen van dit rapport zal dit echter weinig uitmaken, juist omdat in meer detail ook is vergeleken daar waar wegelementen geen rol spelen.

Bijlage B: Factsheet- bepalen depositiesnelheden wegverkeer

Versie: 16-09-2019

In het kort

AERIUS berekent de concentratiebijdrage NO_2 en NH_3 van verkeersbronnen met een implementatie van Standaardrekenmethode 2 (SRM2) uit de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007. Om te komen tot een waarde voor de depositiebijdrage wordt de berekende concentratiebijdrage vermenigvuldigd met de 'depositiesnelheid'.

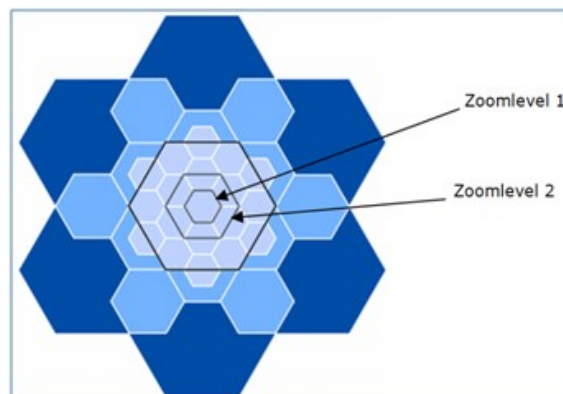
De depositiesnelheid is een maat voor de snelheid waarmee gassen of deeltjes via afzetting of adsorptie aan het oppervlak uit de atmosfeer worden verwijderd.

AERIUS gaat uit van depositiesnelheden voor NO_x en NH_3 die per hexagoon van één hectare zijn bepaald op basis van berekeningen met het OPS model van het RIVM.

Hoe worden de depositiesnelheden per hexagoon bepaald?

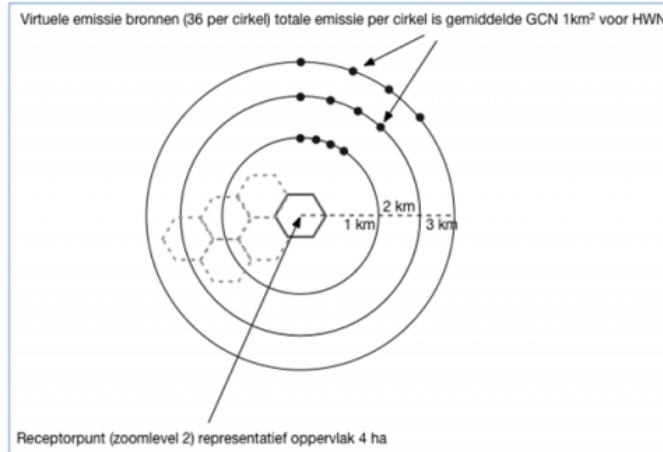
Per rekenpunt in het midden van een hexagoon is met het rekenmodel OPS een waarde berekend voor de depositiesnelheid NO_x en NH_3 :

1. Er is uitgegaan van de zoomlevel 2 hexagonen (zie onderstaande figuur). Het oppervlak van een zoomlevel 2 hexagoon heeft een oppervlak van ongeveer 4 hectare. Dat sluit het meeste aan bij een gridgrootte van 250x250 meter, die beschouwd wordt als de minimale rekenresolutie behorende bij de depositiesnelheid



2. De concentraties en deposities op het rekenpunt in het midden van de hexagoon zijn berekend op basis van de gemiddelde verkeersemissies NO_x en NH_3 op het hoofdwegenet per grid van 1x1 km, zoals gebruikt in het basisjaar van de GCN2014.

3. Deze verkeersemissies zijn toebedeeld aan drie cirkels rondom het rekenpunt, op 1, 2 en 3 km van het receptorpunt. De keuze om emissies tot een afstand van 3 km aan te houden is ingegeven door de methode voor dubbeltellingcorrectie HWN waarbij de correctie in een



km vak is bepaald op basis van de emissiebijdragen in de omringende km vakken tot 3 km. Per cirkel zijn de emissies van die cirkel vervolgens verdeeld over 36 punten op die cirkel (hoek tussen 2 punten: 10°). Zie onderstaande figuur.

4. De depositiesnelheid (V_d) is berekend door de berekende concentratie op de receptor te delen door de berekende droge depositie. Deze waarde geldt dus voor de receptoren op zoomlevel 2. Hierbij is de volgende formule gebruikt:

$$V_d = \frac{\left(\Phi \frac{m}{t \cdot A} \right)}{C}$$

met:

- V_d = effectieve depositiesnelheid (m/s)
- Φ = flux (=effectieve depositiesnelheid, berekend met OPS)
- m = molmassa NH_3 = 17 (g/mol) en NO_2 = 46 (g/mol)
- t = omrekenfactor voor de tijd (s)
- A = omrekenfactor voor oppervlak (m^2)
- C = concentratie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

5. De rekenpunten op zoomlevel 2 vallen samen met een deel van de rekenpunten op zoomlevel 1. De waarden voor de depositiesnelheid voor de overige hexagonalen op zoomlevel 1 zijn bepaald door middel van interpolatie.
6. Resultaat is een tabel met depositiesnelheden NO_x en NH_3 per hexagoon van 1 hectare.

Hoe vindt schaling plaats van de depositiesnelheden?

Er is een relatie tussen de afstand van de weg en de depositiesnelheid. Er is daarom voor gekozen om de depositiesnelheid voor een hexagoon te schalen wanneer de hexagoon zich op korte afstand (<1000m) van de bron bevindt.

Deze schaling vindt plaats aan de hand van onderstaande functies, en zijn van toepassing op situaties met afstanden tussen het wegsegment en het middelpunt van de hexagoon tot en met 1000 meter. De ondergrens is 25 meter: bij afstanden korter dan 25 meter gaat onderstaande functie uit van 25 meter. Bij afstanden groter dan 1000 meter vindt geen schaling plaats en gaat AERIUS uit van de depositiesnelheid van de desbetreffende hexagoon.

$$Vd, \text{NH}_3 = Vd, \text{NH}_3 | 0 * (-0.113 * \ln(X) + 1.759)$$

$$Vd, \text{NO}_x = Vd, \text{NO}_x | 0 * (-0.185 * \ln(X) + 2.285)$$

met:

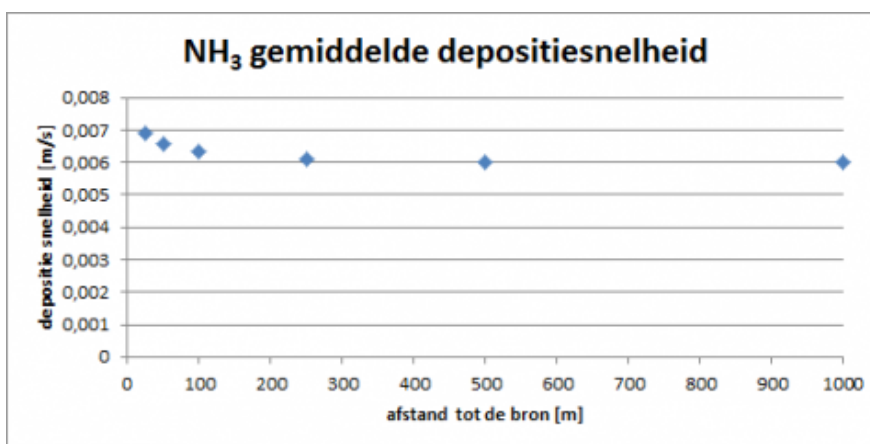
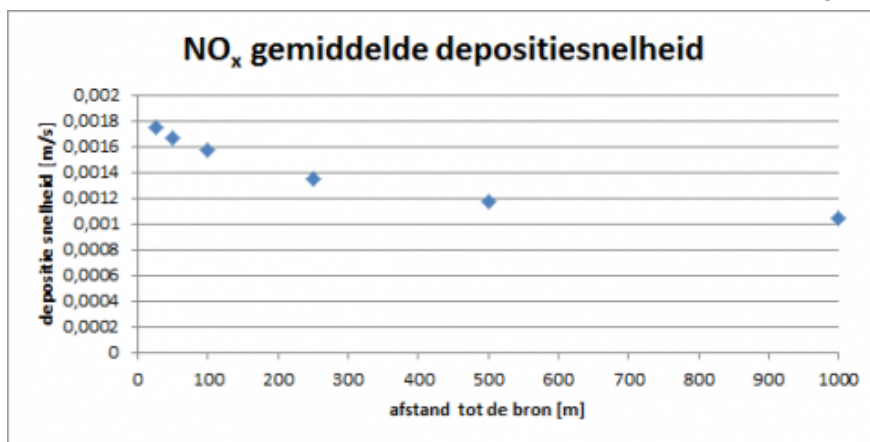
Vd, stof = effectieve depositie snelheid (m/s)

$Vd, \text{stof} | 0$ = effectieve depositie snelheid (m/s) op 0 meter afstand tot de bron

X = afstand van de hexagoon tot het wegsegment (m)

De bovenstaande functies zijn afgeleid van gemiddelde waarden van de depositiesnelheden voor een selectie van bijna 1000 hexagonalen. Bij de selectie van de hexagonalen is ervoor gezorgd dat de verschillende windsectoren en klassen van landgebruik evenredig vertegenwoordigd zijn.

Onderstaande figuren geven inzicht in de gemiddelde waarden voor de effectieve depositiesnelheden voor NO_x en NH_3 , en de schaalfactoren die hieruit volgen.



Apollon

consultancy
& productontwikkeling



www.apollon.nl