

SRM2 implementatie in AERIUS Calculator

Modelbeschrijving

Inhoud

1. Inleiding	2
2. Invoer SRM2 implementatie	2
2.1 Bepalen emissie van de bron	3
2.2 Bepalen startwaarde verticale dispersie	4
3. Opdelen bronnen in wegsegmenten	5
4. Berekening jaargemiddelde concentratiebijdrage NO _x en NH ₃	6
4.1 Windsectoren, windsnelheid en fractie.....	6
4.2 Verticale verspreidingscoëfficiënt.....	7
4.3 Ruwheidafhankelijke correctiefactor	8
5. Berekening jaargemiddelde concentratiebijdrage NO ₂	9
6. Berekening depositiebijdrage	10

15 september 2016

Diederik Metz

1. Inleiding

Het rekeninstrument AERIUS Calculator maakt deel uit van de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) en zal worden gebruikt in het kader van de vergunningverlening (op grond van de Natuurbeschermingswet 1998) en de monitoring van het programma.

De verspreidings- en depositieberekeningen in AERIUS worden uitgevoerd met het rekenmodel OPS. Uitzondering vormt het wegverkeer: AERIUS berekent de bijdrage van verkeersbronnen aan de jaargemiddelde concentraties NO_x , NO_2 en NH_3 met een implementatie van Standaardrekenmethode 2 (SRM2) uit de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 (Rbl). Het toepassingsbereik van SRM2 is beschreven in de Rbl. Voor de omzetting van de berekende concentraties naar deposities wordt gebruik gemaakt van met OPS afgeleide functies voor brondepletie en waarden voor de effectieve droge depositiesnelheid.

Deze notitie beschrijft de rekenregels die zijn geïmplementeerd in AERIUS om de bijdrage van wegverkeer aan de emissies, concentraties en deposities te berekenen.

De rekenregels sluiten aan op de rekenregels van SRM2 zoals beschreven in bijlage 2 van de Rbl. De Rbl laat ruimte voor keuzes en interpretaties. Deze notitie beschrijft de keuzes en interpretaties die gemaakt zijn bij de implementatie van SRM2 in AERIUS. Daarbij heeft afstemming plaatsgehad met modeldeskundigen bij ECN.

In de notitie is ook aangegeven van welke (generieke) gegevens in de berekeningen is uitgegaan (zoals gegevens over de meteorologische condities en de terreinruwheid).

2. Invoer SRM2 implementatie

De AERIUS SRM2 implementatie verwacht als input:

- een set van bronnen,
- een set van rekenpunten, en
- het jaar en de stoffen waarvoor gerekend moet worden.

Een *bron* is gedefinieerd als een wegvak waarover de kenmerken die van invloed zijn op de emissies en de verspreiding niet wijzigen. Dit betekent bijvoorbeeld dat de intensiteiten en de snelheidstypering op dit wegvak niet wijzigen. Zie figuur 1.

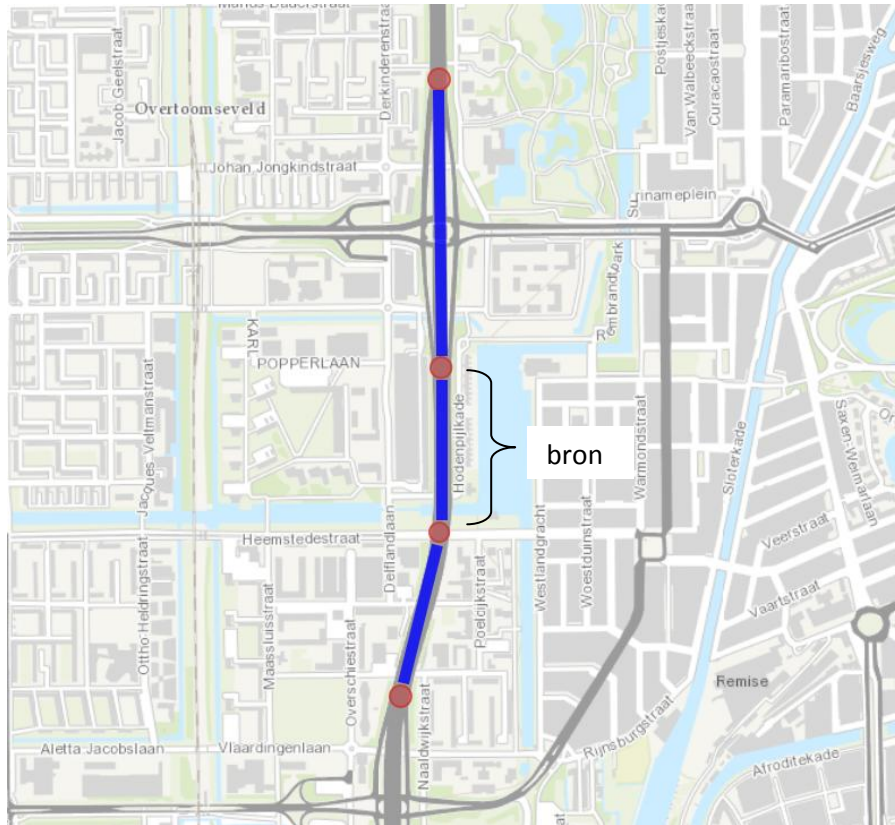
Een *rekenpunt* is aangeduid met x,y rijkdriehoek-coördinaten.

Voor stikstofdepositie zijn de emissies van de volgende *stoffen* relevant: NO_2 , NO_x en NH_3 .

Voor iedere bron zijn de volgende invoergegevens relevant:

- het begin en eindpunt (x, y rijkdriehoek-coördinaten)
- de gemiddelde hoogte (h_b)
- de emissie (E) in g/m/s
- de startwaarde voor de vertical dispersie van het segment (σ_{z0}).

Figuur 1 Voorbeeld bron



2.1 Bepalen emissie van de bron

Per bron berekent AERIUS de emissie door het wegverkeer (E_b) met onderstaande formule:

$$E_b = \left(\left((1 - F_{l,s}) \cdot E_{l,d} + F_{l,s} \cdot E_{l,s} \right) \cdot N_l + \left((1 - F_{mz,s}) \cdot E_{mz,s} + F_{mz,d} \cdot E_{mz,s} \right) \cdot N_{mz} \right. \\ \left. + \left((1 - F_{z,s}) \cdot E_{z,d} + F_{z,s} \cdot E_{z,s} \right) \cdot N_z + \left((1 - F_{b,s}) \cdot E_{b,d} + F_{b,s} \cdot E_{b,s} \right) \cdot N_b \right) \cdot \frac{1}{10000} \cdot \frac{1}{24 \cdot 60 \cdot 60}$$

met

- E_b = Emissie per bron (gram/meter/seconde)
- N_l = Aantal personenvoertuigen per etmaal (weekdaggemiddelde)
- N_{mz} = Aantal middelzware vrachtvoertuigen per etmaal (weekdaggemiddelde)
- N_z = Aantal zware vrachtvoertuigen per etmaal (weekdaggemiddelde)
- N_b = Aantal autobussen per etmaal (weekdaggemiddelde)
- $E_{l,d}$ = Emissiefactor voor licht verkeer, doorstromend (g/km)
- $E_{mz,d}$ = Emissiefactor voor middelzware vrachtvoertuigen, doorstromend (g/km)
- $E_{z,d}$ = Emissiefactor voor zware vrachtvoertuigen, doorstromend (g/km)
- $E_{b,d}$ = Emissiefactor voor bussen, doorstromend (g/km)
- $E_{l,s}$ = Emissiefactor voor licht verkeer, stagnerend (g/km)
- $E_{mz,s}$ = Emissiefactor voor middelzware vrachtvoertuigen, stagnerend (g/km)
- $E_{z,s}$ = Emissiefactor voor zware vrachtvoertuigen, stagnerend (g/km)
- $E_{b,s}$ = Emissiefactor voor bussen, stagnerend (g/km)
- $F_{l,s}$ = Fractie stagnerend personenverkeer [-]
- $F_{mz,s}$ = Fractie stagnerend middelzwaar vrachtverkeer [-]
- $F_{z,s}$ = Fractie stagnerend zwaar vrachtverkeer [-]
- $F_{b,s}$ = Fractie stagnerend bussen [-]

Voor de emissiefactoren wegverkeer gaat AERIUS Calculator uit van de waarden die zijn gepubliceerd door de staatssecretaris van IenM, conform de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 ([publicatie](#)).

2.2 Bepalen startwaarde verticale dispersie

De *startwaarde* voor de verticale dispersie $\sigma_{z,0}$ is relevant voor de berekening van de concentratiebijdrage (paragraaf 4) en hangt af van het type weg:

- voor niet-snelwegen buiten de bebouwde kom geldt: $\sigma_{z,0} = 2,5$ (meter)
- voor snelwegen buiten de bebouwde kom geldt: $\sigma_{z,0} = 3$ (meter).

Op het moment dat het wegvak verhoogd of verdiept ligt ten opzichte van het maaiveld, wordt $\sigma_{z,0}$ gecorrigeerd. De correctie is afhankelijk van het type verhoging of verdieping:

- dijk of wal met zeer vlakke zijanten (hoek kleiner dan 20°): de waarde voor $\sigma_{z,0}$ wordt niet gecorrigeerd
- dijk of wal met vlakke zijanten (hoek groter of gelijk aan 20° maar kleiner dan 45°): er wordt $h/4$ bij $\sigma_{z,0}$ opgeteld, waarbij h de hoogte van de dijk is
- dijk of wal met scherpe zijanten (hoek groter dan of gelijk aan 45°): er wordt $h/2$ bij $\sigma_{z,0}$ opgeteld, waarbij h de hoogte van de dijk is
- viaduct: Er wordt h bij $\sigma_{z,0}$ opgeteld, waarbij h de hoogte van het viaduct is;
- tunnelbak: Er wordt $d/2$ bij $\sigma_{z,0}$ opgeteld, waarbij d de diepte van de tunnelbak is.

Bij een verhoogde ligging wordt in AERIUS default uitgegaan van een 'dijk of wal met scherpe zijanten (hoek groter dan of gelijk aan 45°)'. Dit betekent dat $h/2$ bij $\sigma_{z,0}$ wordt opgeteld.

Bij de doorrekening in AERIUS is de $h/2$ gemaximaliseerd op 12 meter (bij verhoogde ligging: positieve hoogte). Bij een verdiepte ligging (negatieve hoogte) is de $h/2$ gemaximaliseerd op -6 meter.

Op het moment dat er aan één of twee zijden op een afstand kleiner dan 50 meter van de wegrand een scherm of wal met een hoogte van ten minste 1 meter aanwezig is, wordt $\sigma_{z,0}$ nogmaals gecorrigeerd, afhankelijk van de configuratie:

- aan één zijde van de weg een scherm: er wordt $h/2$ bij $\sigma_{z,0}$ opgeteld, waarbij h de hoogte van het scherm
- aan beide zijden van de weg een scherm: er wordt $(h_1+h_2)/2$ bij $\sigma_{z,0}$ opgeteld, waarbij h_1 en h_2 de hoogten van de schermen zijn
- aan één zijde van de weg een wal: Er wordt $h/4$ bij $\sigma_{z,0}$ opgeteld, waarbij h de hoogte van de wal is
- aan beide zijden van de weg een wal: Er wordt $(h_1+h_2)/4$ bij $\sigma_{z,0}$ opgeteld, waarbij h_1 en h_2 de hoogten van de wallen zijn
- aan één zijde van de weg een wal met hoogte h_1 en aan de andere zijde een scherm met hoogte h_2 : Er wordt $h_1/4+h_2/2$ bij $\sigma_{z,0}$ opgeteld.

Bij de doorrekening in AERIUS is de hoogte voor een wal of scherm gemaximaliseerd op 6 meter. Dit betekent dat een scherm met een invoerhoogte van 8 meter in AERIUS wordt doorgerekend als een scherm van 6 meter hoog. Deze maximalisering op 6 meter is in lijn met de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007.

3. Opdelen bronnen in wegsegmenten

De relevante bronnen worden opgedeeld in wegsegmenten en per wegsegment wordt de totale emissie van dat wegsegment bepaald. Hierbij worden de volgende stappen doorlopen:

1. selecteren relevante bronnen per rekenpunt
2. bepalen aantal en lengte wegsegmenten
3. berekenen emissie per wegsegment

1. Selecteren relevante bronnen per rekenpunt

Voor iedere combinatie van een bron en een rekenpunt wordt de minimale afstand tussen de bron en het rekenpunt bepaald. Indien de bron als geheel buiten de afstandgrens van 5 km ligt, dan wordt deze bron niet meegenomen in de berekeningen (de bron wordt 'genegeerd'). De keuze om de bijdrage te berekenen tot een afstand van maximaal 5 km ten opzichte van de bron is in lijn met de maximale afstand die de NSL Rekentool hanteert ([webpagina NSL rekentool](#)).

2. Bepalen aantal en lengte wegsegmenten

De bronnen die als (deels) binnen de afstandgrens van 5 kilometer liggen, worden opgedeeld in segmenten met een gelijke lengte van maximaal 2 meter per segment.

Hiertoe berekent AERIUS eerst het aantal segmenten (gebroken getal) door de lengte van de lijn (L_l) te delen door de maximale segmentlengte (L_{MAX}). De berekende waarde wordt vervolgens naar boven afgerond. Vervolgens kan AERIUS de nieuwe segmentlengte ($L_{l,s}$) berekenen door de totale lijnlengte te delen door het afgeronde aantal segmenten.

$$N_l = \left\lceil \frac{L_l}{L_{MAX}} \right\rceil$$

$$L_{l,s} = \frac{L_l}{N_l}$$

met

N_l = Aantal segmenten van lijnbron l , naar boven afgerond naar een geheel getal

L_l = Lengte van lijnbron l (meters)

L_{MAX} = Maximale lengte van een segment (2 meter)

$L_{l,s}$ = Lengte van een segment op lijnbron l (meters)

3. Berekenen emissie per wegsegment

De emissie voor de bron (E_b) in gram/meter/seconde wordt omgerekend naar een waarde in microgram/meter/seconde. Deze waarde wordt vervolgens vermenigvuldigd met de lengte van het segment ($L_{l,s}$). Dat levert een totale emissie op per wegsegment (e_s) in microgram/seconde.

$$e_s = E_b \cdot 100000 \cdot L_{l,s}$$

met

e_s = Emissie per wegsegment ($\mu\text{g/s}$)

E_b = Emissie van de bron (g/m/s)

$L_{l,s}$ = Lengte van een segment op lijnbron l (meters)

4. Berekening jaargemiddelde concentratiebijdrage NO_x en NH₃

Per rekenpunt wordt per wegsegment en per windsector de jaargemiddelde concentratiebijdrage NO_x en NH₃ bepaald op basis van de onderstaande formule:

$$C_{w,i} = \frac{e_s}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma_z \cdot C \cdot u_i} \cdot \frac{1}{\pi \cdot \frac{R_B}{n}} \cdot \exp \left[\frac{-(z - h_b)^2}{2 \cdot \sigma_z^2} \right]$$

met

- $C_{w,i}$ = Concentratiebijdrage wegsegment uit windsector i (µg/m³)
- e_s = Emissie per wegsegment (µg/s)
- R_B = Afstand tussen het middelpunt van het wegsegment en het rekenpunt: rekenafstand (meters)
- σ_z = Verticale verspreidingscoëfficiënt (meters)
- z = Hoogte van het rekenpunt (meters): er wordt default uitgegaan van een hoogte van **1,5 meter**
- C = Ruwheidafhankelijke correctiefactor (-)
- u_i = Windsnelheid voor de desbetreffende windsector
- n = Aantal windsectoren
- h_b = hoogte van de bron: er wordt default uitgegaan van een bronhoogte van **0 meter**

Vervolgens worden per rekenpunt de jaargemiddelde concentratiebijdragen van de wegsegmenten binnen een windsector vermenigvuldigd met de fractie van de tijd dat de wind uit die sector komt. De zo berekende concentratiebijdragen worden bij elkaar opgeteld om te komen tot een totale jaargemiddelde concentratiebijdrage NO_x of NH₃ van de ingevoerde bronnen op een rekenpunt.

$$C_b = \sum_{i=1}^{36} f_i \cdot C_{w,i}$$

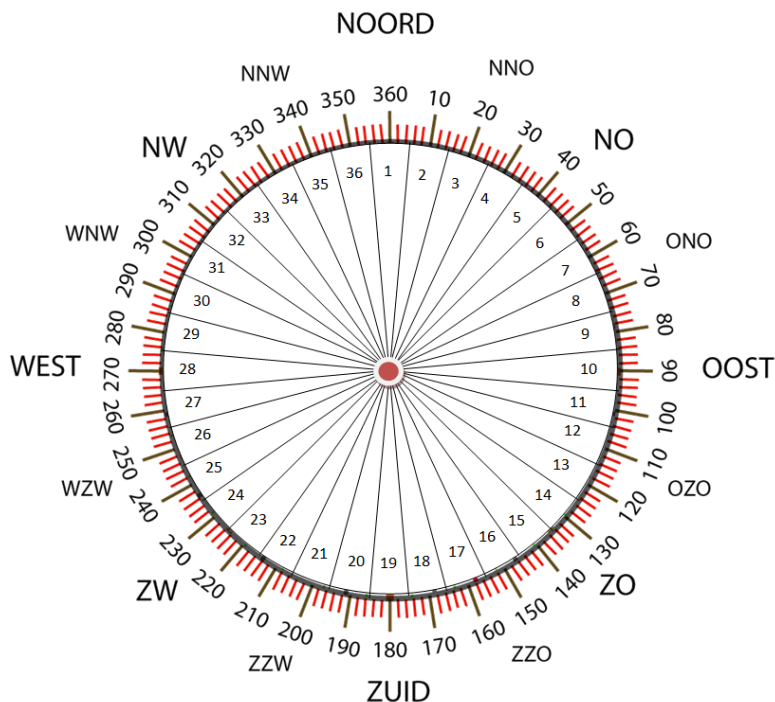
met

- C_b = Concentratiebijdrage bronnen (µg/m³)
- f_i = fractie van de tijd dat de wind uit de desbetreffende windsector komt

4.1 Windsectoren, windsnelheid en fractie

AERIUS gaat uit van 36 windsectoren (zie figuur 2). Elke combinatie van rekenpunt en wegsegment valt binnen 1 windsector. Elke windsector omvat 10 graden en 'windsector 1' loopt van 355° tot 5°. Bij het bepalen van de windsector wordt gekeken naar de ligging van het middelpunt van het wegsegment ten opzichte van het rekenpunt. Wanneer het wegsegment bijvoorbeeld loodrecht onder het rekenpunt ligt is de hoek 180° en is windsector 19 van toepassing.

Figuur 2 36 windsectoren



In AERIUS wordt uitgegaan van een windrooskaart op een schaal van 1x1 km die is aangemaakt door de meest recente versie van [PreSRM](#). Hierbij is voor het middelpunt van elk kilometervak voor elke windsector bepaald:

- de windsnelheid (U_i)
- de fractie (f_i): de fractie van de tijd dat de wind vanuit de desbetreffende windsector komt.
- de concentratie ozon ($C_i[O_3]$): relevant bij de berekening concentratiebijdrage NO_2 (paragraaf 5).

Bij het aanmaken van de windrooskaart is PreSRM zo geïnstrueerd dat meteorologische informatie per vak van 25x25 km wordt gebruikt.

4.2 Verticale verspreidingscoëfficiënt

De verticale verspreidingscoëfficiënt wordt berekend aan de hand van de volgende formule:

$$\sigma_z = \frac{a \cdot R_B^b}{1 + 0.5 \cdot (1 - e^{-(\frac{R_B}{2800})^2})} + \sigma_{z,0}$$

De waarden voor de paramaters ‘a’ en ‘b’ zijn afhankelijk van de ruwheidklasse:

Ruwheidklasse (m)	Afbakening ruwheidklasse, op basis van waarden voor ruwheidlengtes (m)	a	b
0,03	< 0,055	0,2221	0,6574
0,10	≥ 0,055 en < 0,17	0,2745	0,6688
0,30	≥ 0,17 en < 0,55	0,3613	0,6680
1,00	≥ 0,55	0,7054	0,6207

De geldende ruwheidklasse wordt afgeleid van de x,y coördinaat van het wegsegment. Er wordt uitgegaan van de ruwheidwaarden voor gridcellen van 1x1 km die door lenM bekend zijn gemaakt ([publicatie](#)). Deze kaarten maken ook deel uit van [preSRM](#).

4.3 Ruwheidafhankelijke correctiefactor

De correctiefactor (C) wordt berekend met de volgende formule:

$$C = C_{wind} \cdot C_{meteo} \cdot C_{etmaal}$$

De waarde voor C_{wind} wordt berekend met de volgende formule:

$$C_{wind} = \frac{\ln\left(\frac{z_p}{z_0}\right) - \psi\left(\frac{z_p}{L}\right) + \psi\left(\frac{z_0}{L}\right)}{\ln\left(\frac{z_{10}}{z_0}\right) - \psi\left(\frac{z_{10}}{L}\right) + \psi\left(\frac{z_0}{L}\right)}$$

waarbij:

$$z_p = 0,75 \cdot \sigma_z$$

$$\psi(z) = -17 \cdot \left(1 - e^{-0,29 \frac{z}{L}}\right)$$

z_0 is de waarde voor de ruwheidlengte die geldt voor de gridcel van 1x1 km waarin het middelpunt (x,y coördinaat) van het wegsegment ligt en waarvoor de ruwheidlengtes door lenM bekend zijn gemaakt ([publicatie](#)). Deze kaarten maken ook deel uit van [preSRM](#).

De waarde voor de te hanteren Monin-Obukhov lengte (L) is afhankelijk van de ruwheidklasse die van toepassing is op het wegsegment:

Ruwheidklasse (m)	Afbakening ruwheidklasse, op basis van waarden voor ruwheidlengtes (m)	L
0,03	< 0,055	60
0,10	≥ 0,055 en < 0,17	60
0,30	≥ 0,17 en < 0,55	100
1,00	≥ 0,55	400

De waarde voor C_{meteo} voor het middelpunt (x,y coördinaat) van het wegsegment wordt afgeleid van de waarden voor de C_{meteo} van Schiphol en Eindhoven. Hierbij is uitgegaan van twee parallelle lijnen die de meteolocatie Schiphol en de meteolocatie Eindhoven snijden, en de gemiddelde gradiënt van de wind volgen (van zuidwest naar noordoost). De waarde voor C_{meteo} op een bepaalde locatie is afhankelijk van de locatie ten opzichte van deze twee parallelle lijnen:

- voor locaties ten noordwesten van Schiphol geldt de waarde voor de C_{meteo} van Schiphol
- voor locaties ten zuidoosten van Eindhoven geldt de waarde voor de C_{meteo} van Eindhoven
- voor locaties tussen beide lijnen wordt de waarde voor C_{meteo} bepaald op basis van interpolatie.

Bij de interpolatie wordt de volgende formule toegepast:

$$C_{meteo(x,y)} = C_{meteo,schiphol} \cdot \frac{As_{punt} - As_{eindhoven}}{As_{schiphol} - As_{eindhoven}} + C_{meteo,eindhoven} \cdot \frac{As_{schiphol} - As_{punt}}{As_{schiphol} - As_{eindhoven}}$$

waarbij

$$As_{punt} = Y_{punt} - 1,21 \cdot X_{punt}$$

$$As_{eindhoven} = Y_{eindhoven} - 1,21 \cdot X_{eindhoven}$$

$$As_{schiphol} = Y_{schiphol} - 1,21 \cdot X_{schiphol}$$

De coördinaten van meteolocatie Schiphol zijn: X=114500, Y=481000

De coördinaten van meteolocatie Eindhoven zijn: X=154500, Y=384500

De C_{meteo} van Schiphol en Eindhoven zijn afhankelijk van de ruwheidklasse die van toepassing is op het wegsegment:

Ruwheidklasse (m)	Afbakening ruwheidklasse, op basis van waarden voor ruwheidlengtes (m)	C_{meteo} Schiphol	C_{meteo} Eindhoven
0,03	< 0,055	0,7000	0,7000 x 0,95
0,10	$\geq 0,055$ en < 0,17	0,7050	0,7050 x 0,95
0,30	$\geq 0,17$ en < 0,55	0,6525	0,6525 x 0,95
1,00	$\geq 0,55$	0,7400	0,7400 x 0,95

De methode voor bepaling van C_{meteo} komt overeen met de methode zoals beschreven in het rapport [Aanvullende afspraken NNM](#) (oktober 2010).

C_{etmaal} is een constante: 1,15.

5. Berekening jaargemiddelde concentratiebijdrage NO_2

De jaargemiddelde concentratiebijdrage NO_2 wordt berekend met de volgende formule:

$$C_{b,i}[\text{NO}_2] = f_{\text{NO}_2,i} \cdot C_{b,i}[\text{NO}_x] + \frac{C_{a,i}[\text{O}_3] \cdot C_{b,i}[\text{NO}_x] \cdot (1 - f_{\text{NO}_2,i})}{C_{b,i}[\text{NO}_x] \cdot (1 - f_{\text{NO}_2,i}) + K}$$

$$f_{\text{NO}_2,i} = \frac{C_{b,i}[\text{directe NO}_2]}{C_{b,i}[\text{NO}_x]}$$

met

- $C_{b,i}[\text{NO}_2]$ = NO_2 concentratiebijdrage bronnen uit windsector i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- $f_{\text{NO}_2,i}$ = fractie direct uitgestoten NO_2 van alle bronnen uit windsector i [-]
- $C_{b,i}[\text{NO}_x]$ = NO_x concentratiebijdrage bronnen uit windsector i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- $C_{a,i}[\text{O}_3]$ = jaargemiddelde achtergrondconcentratie O_3 uit windsector i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) die van toepassing is op de locatie van het rekenpunt: zie paragraaf 4.1
- K = empirisch bepaalde parameter voor de omzetting van NO naar $\text{NO}_2 = 100$ [-]
- $C_{b,i}[\text{directe NO}_2]$ = NO_2 concentratiebijdrage bronnen uit windsector i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) als gevolg van de directe NO_2 emissies van alle bronnen uit windsector i. Deze concentratiebijdrage is berekend op basis van de formules in paragraaf 4.

Bij de berekening van de NO_2 bijdrage per windsector wordt uitgegaan van de gesommeerde NO_x bijdrage van alle wegsegmenten van een ingevoerde bron binnen de desbetreffende windsector. Dit betekent dat de berekende NO_2 concentratiebijdrage per windsector betrekking heeft op alle wegsegmenten van een bron binnen de desbetreffende windsector.

Vervolgens worden per rekenpunt de jaargemiddelde NO_2 concentratiebijdragen van de bronnen binnen een windsector vermenigvuldigd met de fractie van de tijd dat de wind uit die sector komt. Vervolgens worden de zo berekende concentratiebijdragen bij elkaar opgeteld om te komen tot een totale jaargemiddelde concentratiebijdrage NO_2 van de ingevoerde bronnen op een rekenpunt.

$$C_b[NO_2] = \sum_{i=1}^{36} f_i \cdot C_{b,i}[NO_2]$$

met

$C_b[NO_2]$ = Jaargemiddelde NO_2 concentratiebijdrage bronnen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

f_i = fractie van de tijd dat de wind uit de desbetreffende windsector komt

6. Berekening depositiebijdrage

De depositiebijdrage van de bronnen op een rekenpunt wordt berekend door de concentratiebijdragen NO_2 en NH_3 te vermenigvuldigen met de **depositiesnelheid** voor deze stoffen. De depositiesnelheid is een maat voor de snelheid waarmee gassen of deeltjes via afzetting of adsorptie aan het oppervlak uit de atmosfeer worden verwijderd.

Daarbij wordt de volgende formule toegepast:

$$D_{w,i} = C_{w,i(d)} \cdot V_d$$

met

$D_{w,i}$ = depositiebijdrage wegsegment uit windsector i ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$)

$C_{w,i(d)}$ = concentratiebijdrage wegsegment uit windsector i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), gecorrigeerd voor depletie

V_d = depositiesnelheid (m/s)

De depositiebijdrage die bovenstaande formule oplevert is uitgedrukt in $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$. Om te komen tot een depositiebijdrage in mol/ha/jaar wordt de volgende formule toegepast.

$$D_{w,i}[\text{mol}/\text{ha}/\text{jaar}] = D_{w,i}[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}] \cdot \frac{365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60}{M} \cdot 10000$$

met

M = molaire massa ($\mu\text{g}/\text{mol}$), waarbij voor NO_2 is uitgegaan van 46005600 $\mu\text{g}/\text{mol}$, en voor NH_3 is uitgegaan van 17030000 $\mu\text{g}/\text{mol}$.

AERIUS gaat uit van depositiesnelheden voor NH_3 en NO_2 die zijn berekend met de meest recente versie van OPS, conform de methode zoals beschreven in de factsheet Wegverkeer - bepalen depositiesnelheden ([factsheet](#)). De toegepaste depositiesnelheid is mede afhankelijk van de afstand tussen de bron en het rekenpunt. Om rekening te kunnen houden met deze afstandsafhankelijkheid wordt de depositiesnelheid vermenigvuldigd met de depositiebijdrage per wegsegment.

Voor NH_3 is de depositiebijdrage per wegsegment bekend, conform de formules in paragraaf 4.

Voor NO_2 is alleen de totale depositiebijdrage voor alle bronnen per windsector berekend, conform de formules in paragraaf 5. Om per rekenpunt te komen tot een NO_2 concentratiebijdrage per wegsegment is in AERIUS de berekende gezamenlijke NO_2 concentratiebijdrage per windsector verdeeld over de afzonderlijke wegsegmenten binnen die windsector, naar rato van de NO_x concentratiebijdrage van elk van deze wegsegmenten. De NO_x concentratiebijdrage is namelijk wel berekend per wegsegment.

Correctie voor depletie

Bij de berekening van de depositie wordt uitgegaan van concentratiebijdragen NO_2 en NH_3 die zijn gecorrigeerd voor **depletie**. In de berekende concentratie is namelijk geen rekening gehouden met de (atmosferische droge) depositie van een deel van de geëmitteerde stoffen in het gebied tussen de bron en het rekenpunt. Deze depositie in het gebied tussen bron en rekenpunt wordt aangeduid als 'depletie'.

Om te komen tot voor depletie gecorrigeerde concentratiebijdragen NO_x en NH_3 per wegsegment worden de concentratiebijdragen NO_x en NH_3 per wegsegment, zoals berekend met de formules in paragraaf 4, vermenigvuldigd met de zogenoemde depletiefactoren voor NO_x en NH_3 .

De waarden van deze depletiefactoren zijn afhankelijk van:

- de afstand tussen de bron en het rekenpunt
- de ruwheid ter hoogte van het rekenpunt (z_0): zie *onderstaande kadertekst*
- de achtergrondconcentratie NO_2 en NH_3 ter hoogte van het rekenpunt.

RIVM heeft depletiefactoren voor NO_x en NH_3 bepaald op basis van berekeningen met de meest recente OPS versie. AERIUS heeft de resultaten van het RIVM omgezet naar functies die, op basis van de x,y coördinaten van het rekenpunt en de afstand tot het wegsegment, de depletiefactor bepaalt die van toepassing is. Deze functies worden toegepast in AERIUS.

Toegepaste ruwheidskaart

Bij de selectie van de depletiefactor wordt uitgegaan van de ruwheid die representatief is voor het gebied tussen het wegsegment en het rekenpunt. Hiertoe wordt een ruwheidskaart gebruikt met een resolutie die afhankelijk is van de afstand tussen het wegsegment en het rekenpunt:

- voor afstanden kleiner dan 500 meter wordt een 250x250 meter kaart gebruikt
- voor afstanden tussen 500 meter en 1500 meter wordt een 1x1 km kaart gebruikt
- voor afstanden groter dan 1500 meter wordt de 4x4 km kaart gebruikt.

Bij de ruwheid die volgt uit bovenstaande kaarten wordt de zogenoemd 'orografische ruwheid' opgeteld.