



Briefrapport 680705008/2008

J. Wesseling | R. Beijk

Aanpak van gescheiden rijbanen in SRM-1

RIVM Briefrapport 680705008/2008

Aanpak van gescheiden rijbanen in SRM-1

Joost Wesseling, RIVM
Ruben Beijk, RIVM

Contact:
Joost Wesseling
RIVM MEV/LVM
Joost.Wesseling@RIVM.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Ministerie van VROM, in het kader van het project Beleidsadvisering Stedelijke Luchtkwaliteit, project M/680705/07

© RIVM 2008

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Gescheiden rijbanen in SRM1	5
2.1	Uitwerkmogelijkheden	6
2.1.1	Klassiek, werk met één lijnbron	6
2.1.2	Optellen van de tweede rijbaan	6
2.1.3	Utrechtse combinatiebenadering	7
2.1.4	Methode in de saneringstool	8
3	Voorstel voor een rekenwijze	9
3.1	Voorstel	9
3.2	Opmerkingen	9
4	Referenties	11
Bijlage A	Betrokkenen bij de discussies	12
Bijlage B	Analyse van opties	13

1 Inleiding

Op verzoek van VROM DGM-LMV heeft het RIVM in de maanden februari tot en met maart een korte analyse gemaakt van de wijze waarop binnen Standaard Reken Methode 1 (SRM-1), ook wel bekend als 'CAR-II', met meerdere rijbanen kan worden omgegaan.

De technische aspecten van het rekenen met gescheiden rijbanen zijn vastgelegd in een notitie van het RIVM. De notitie, met daarin een globale probleemschets en een voorstel voor een rekenwijze is voor commentaar en bespreking rondgestuurd aan vertegenwoordigers van MNP, TNO, Goudappel-Coffeng en de gemeente Utrecht. Op 7 april 2008 heeft hierover bij het RIVM overleg plaatsgevonden. In verschillende bilaterale contacten is verder gesproken over de praktische uitvoerbaarheid van een mogelijke werkwijze. Het eindresultaat is uiteindelijk een laatste keer voor commentaar aan alle betrokkenen voorgelegd en vervolgens aan VROM doorgegeven.

Dit briefrapport bevat de teksten van zowel het eindadvies aan VROM als de onderliggende notitie. Een lijst van betrokkenen is weergegeven in Bijlage A. In Bijlage B wordt een technische analyse van het rekenen met gescheiden rijbanen gegeven.

2 Gescheiden rijbanen in SRM1

In 1988 is een TNO rapport (R88/192) van Dick van den Hout en Hans-Peter Baars verschenen, waarin de ontwikkeling van twee modellen voor luchtkwaliteit wordt besproken. Het TNO Verkeersmodel is het meest uitgebreide van de twee. Het is een verbetering van het eerdere model WEGLUVO aan de hand van windtunnelmetingen. Uit dit TNO Verkeersmodel is direct een “vereenvoudigd” model afgeleid, het CAR-model. Met het TNO Verkeersmodel zijn hiervoor berekeningen uitgevoerd waarvan de resultaten zijn gecomprimeerd en waaraan vervolgens verdunningsfuncties zijn gefit. Het CAR-model is dus niet het directe resultaat van windtunnelmetingen. Voor de stedelijke straattypen zijn berekeningen met het TNO Verkeersmodel uitgevoerd waarbij een stedelijke omgeving is aangenomen. Het toepassingsgebied van CAR is de stedelijke situatie waarbij een enkele centraal gelegen weg aan één of twee kanten wordt omgeven door bebouwing.

Om de gecombineerde concentratiebijdrage van verschillende wegdelen (groepen rijbanen) te modelleren moeten keuzes worden gemaakt ten aanzien van de modellering. Hierbij moet worden gezocht naar een modellering die zowel recht doet aan de feitelijke situatie als rekening houdt met de beperkingen van CAR. Er zijn in hoofdlijnen twee benaderingen mogelijk:

- A. Breng de emissies naar het midden van de straat en definieer een effectieve toetsingsafstand tot de as van de weg;
- B. Werk met twee wegdelen die buiten het midden van de weg liggen en pas het gebruik van de beschikbare verdunningsfuncties aan.

Voor benadering ‘A’ is het nodig om een soort van omrekening te doen van de feitelijke situatie met twee wegdelen naar een virtuele situatie met slechts één weg in het midden van de straat. Het is uiteraard niet correct om in geval van een brede street canyon simpelweg de lijnbron in het midden van de straat te leggen en de toetspunten tegen de gevels te leggen, de toetsafstand is dan veel groter dan in de feitelijke situatie. Er moet bij gebruik van benadering ‘A’ een soort van ‘equivalente’ situatie worden gevonden. Benadering ‘B’ vereist geen aannames ten aanzien van equivalentie en is daarom helder en eenduidig toe te passen.

2.1 Uitwerkmogelijkheden

Er zijn in hoofdlijnen verschillende mogelijkheden:

2.1.1 Klassiek, werk met één lijnbron

De ‘klassieke’ benadering in CAR is om de situatie met meerdere weggedelen als één enkele (effectieve) weg in het midden van de straat te modelleren. Immers, de verdunningsfuncties die in CAR worden gebruikt zijn nu eenmaal voor een enkele lijnbron in het midden van de straat afgeleid. Voor de toetsing wordt op 5 of 10 meter naast de weg gerekend.

In deze benadering is echter niet eenduidig aan te geven wat de equivalente toetsafstand is om een situatie met een centraal gelegen rijbaan te vergelijken met een situatie met meerdere rijbanen, zie Bijlage B. Wegens deze onmogelijkheid wordt deze optie niet verder uitgewerkt.

2.1.2 Optellen van de tweede rijbaan

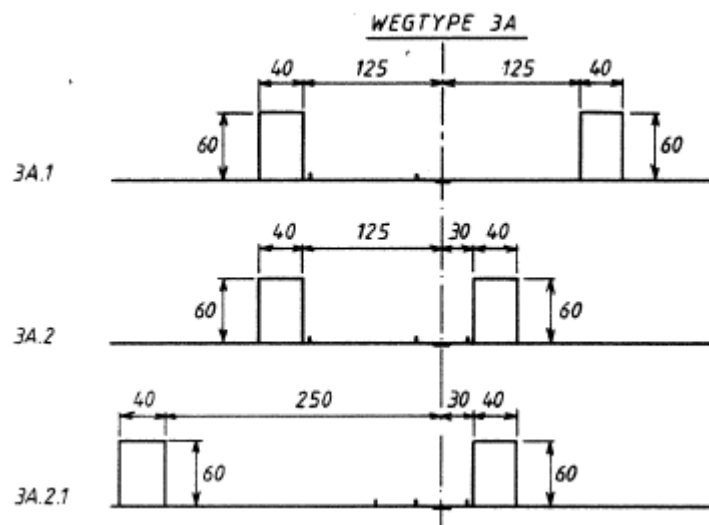
Er kan ook voor worden gekozen om bij de bijdrage van de dichtstbijzijnde rijbaan de bijdrage van een tweede rijbaan, die een zekere afstand verder ligt, op te tellen, verdund met een vooraf gekozen verdunningsfunctie behorende bij een van de standaard straattypen van CAR. Voor de dichtstbijzijnde rijbaan wordt dan gerekend met het straattypen dat hoort bij de straat en voor de verst weggelegen rijbaan wordt dan ofwel met hetzelfde ofwel met een afwijkend straattypen gerekend. Over deze situatie wordt in de handleiding van het oudere CAR AMvB (Vissenberg, 1998) het volgende gezegd:

Afstand weg tot expositiegebied

De afstand tussen het midden van de weg en de dichtstbijzijnde plaats waar voetgangers zich kunnen bevinden, minimaal 5 en maximaal 30 meter (S, [m]).

Indien sprake is van een brede middenberm (meer dan 3 meter) dan dient de gebruiker de berekening uit te voeren voor elk van de rijrichtingen apart (met ieder de helft van de verkeersintensiteit en hun eigen weg). De totale concentratie ontstaat nu door de bijdrage van beide richtingen en de achtergrondconcentratie bij elkaar op te tellen. In de praktijk zal vaak de berekening voor een expositiegebied aan beide zijden van de weg worden uitgevoerd.

In het oorspronkelijke werk van Van den Hout en Baars (1988a) zijn alleen metingen aan centraal in een straat gelegen rijbaan gerapporteerd. In een aanvullend rapport (Van den Hout en Baars, 1988b) zijn ook enkele metingen aan asymmetrisch gelegen rijbanen gerapporteerd.



Figuur 1 Wegtypen zoals gebruikt door Van den Hout en Baars (1988b).

Met name de structuur van de optreden lij- en loefwervels wordt in het tweede rapport in detail besproken. Overall zien de auteurs echter geen redenen om substantiële wijzigingen aan het CAR model aan te brengen. Citaat:

De bevindingen leiden niet tot grote veranderingen in het CAR-model. Het belangrijkste resultaat van het onderzoek is dat enkele in eerste instantie vrij speculatieve keuzen in de eerder gemaakte modelformulering door de metingen in hoofdzaak bevestigd en nader gekwantificeerd zijn en er dat meer inzicht is verkregen in het verspreidingsproces.

Gegeven bovenstaande en het ontbreken van verdere relevante harde informatie lijkt het momenteel verdedigbaar om, totdat aanvullende gegevens beschikbaar zijn, met de huidige verdunningsfuncties in CAR te rekenen aan de concentratiebijdragen van wegen die niet in het midden van een straat liggen.

2.1.3 Utrechtse combinatiebenadering

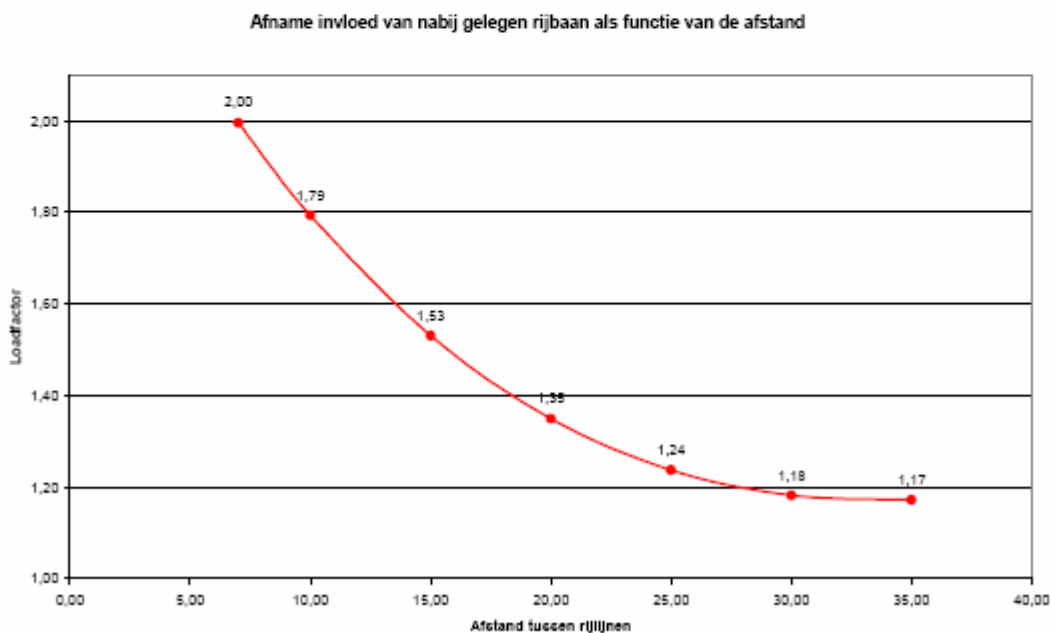
Deze benadering is een variant van optie 2, ('Optellen van de tweede rijbaan') waarbij voor de dichtstbijzijnde rijbaan wordt gerekend met het straattypen 4 (eenzijdige bebouwing) en voor de verst weggelegen rijbaan wordt dan met het oude straattypen 2 (algemeen) gerekend.

Bovenstaande opties zijn in Appendix B nader uitgewerkt.

2.1.4 Methode in de saneringstool

In de saneringstool, tot en met versie 2.2, worden concentratiebijdragen van meerdere rijbanen in rekening gebracht door een toeslagfactor, de 'loadfactor'. Hiermee wordt de concentratiebijdrage van de dichtstbijzijnde rijbaan opgehoogd om die van de andere rijbanen in rekening te brengen. In de handleiding van de saneringstool, versie 2.2, (Korver, 2007) wordt de loadfactor als volgt omschreven:

- Bepalen ophoogfactoren (load factor) voor de gescheiden rijbanen. De loadfactor wordt gecorrigeerd voor het aandeel dat het te berekenen wegvak heeft in de doorsnede intensiteit. Er zijn vergelijkingsberekeningen uitgevoerd met gescheiden rijbanen of juist een enkele rijbaan in het midden om de ophoogfactor vast te stellen die toegepast moet worden op de gescheiden rijbanen om op x meter uit de wegas een vergelijkbare NO_x -concentratie te krijgen. Dit betreft geen 'worst case'-benadering, maar een goed gemiddelde. De bepaalde ophoogfactoren zijn als een wegkenmerk vastgelegd. In het milieumodel worden deze automatisch toegepast op de intensiteiten uit het verkeersmodel, dit gebeurt per voertuigsoort apart.



Figuur B1.6: De loadfactor als functie van de afstand tussen twee rijbanen

Figuur 2 Beschrijving van de loadfactor in de Saneringstool (Korver, 2007).

In de figuur wordt er van uitgegaan dat de beide rijbanen elk 3.5 meter breed zijn. Een kwantitatieve beschrijving van de voor de loadfactor uitgevoerde berekening(en) is niet beschikbaar. Het is niet mogelijk gebleken om het verloop van de loadfactor te reproduceren met behulp van een van de eerder genoemde benaderingen.

3 Voorstel voor een rekenwijze

Op basis van de uitgevoerde analyse van de genoemde opties heeft het RIVM een voorstel voor een rekenwijze opgesteld en rondgestuurd aan vertegenwoordigers van MNP, TNO, Goudappel-Coffeng en de gemeente Utrecht. Op 7 april 2008 heeft hierover bij het RIVM overleg plaatsgevonden. In verschillende bilaterale contacten is verder gesproken over de praktische uitvoerbaarheid van de voorgestelde werkwijze. Het eindresultaat is uiteindelijk een laatste keer voor commentaar aan alle betrokkenen voorgelegd en vervolgens aan VROM doorgegeven. Het resulterende voorstel is hieronder weergegeven.

3.1 Voorstel

Aanpak van de situatie met twee duidelijk gescheiden wegdelen binnen één straat:

1. Tel de concentratiebijdragen van de beide individuele wegdelen bij elkaar op indien er minimaal 3 meter tussen de beide binnenkanten van de wegdelen zit. Bij kleinere tussenafstanden kunnen de wegdelen naar keuze als één enkele weg of als twee individuele wegdelen worden behandeld. Binnen 3 meter doorrekenen als gescheiden wegdelen leidt tot een overschatting van de concentratiebijdragen van 1%-4%, voor wegen met 2x1 of 2x2 rijbanen;
2. Combineer de concentratiebijdragen van de twee wegdelen door deze, gegeven de specifieke emissies per wegdeel, apart te berekenen met behulp van de verdunningsfunctie die hoort bij de specifieke straat. Voor de te gebruiken verdunningsfunctie wordt die behorende bij het oorspronkelijke straattypen gekozen.

Ingeval van een oorspronkelijk straattypen 4 wordt voor de verdunning van de weg op grotere afstand het typen 4 of 2 gekozen, afhankelijk van de afstand van die weg tot de receptor en de hoogte van de eenzijdige bebouwing, zie de definities in de beschrijving van SRM-1. In dit specifieke geval wordt een eventuele bomenfactor van die weg op afstand niet gehanteerd;

3. Tel de NO_x bijdragen bij elkaar op en zet de som op de gebruikelijke wijze om in NO_2 . Voor de andere stoffen vindt alleen sommatie van de bijdragen plaats.

3.2 Opmerkingen

In het voorstel wordt er van uitgegaan dat de huidige verdunningsfuncties in SRM-1 voldoende geschikt zijn voor gebruik bij het rekenen aan de concentratiebijdragen van wegdelen die niet centraal

in een straat liggen. Er is echter weinig harde literatuur aanwezig om deze aanname te onderbouwen en nader onderzoek hiertoe is dan ook zeer gewenst.

Het voorstel betreft de situatie met twee duidelijk gescheiden wegdelen binnen één straat. Er zijn echter ook situaties denkbaar waarin sprake is van semi-gescheiden rijbanen in complexe situaties, bijvoorbeeld in brede straten met veel rijbanen. Wellicht kan de hier voorgestelde werkwijze ook in die situaties worden toegepast. Echter, in de uitgevoerde korte studie zijn de consequenties hiervan niet voldoende onderzocht om daar nu een onderbouwd advies over te geven.

Wiskundig kan de combinatie van de concentratiebijdragen van de twee wegdelen in sommige situaties ook plaatsvinden met behulp van een analytisch bepaalde opslagfactor die hoort bij het specifieke straattypen en de wegligging. In Bijlage B is dit nader uitgewerkt.

Voor een heldere en werkbare definitie van ‘twee duidelijk gescheiden wegdelen’ is vermoedelijk nog nader overleg tussen VROM en betrokkenen uit het veld nodig.

4 Referenties

Hout KD van den, Baars HP. 1988a. Ontwikkeling van twee modellen voor de verspreiding van luchtverontreiniging door verkeer: het TNO-Verkeersmodel en het CAR Model. TNO rapport R88/192.

Hout KD van den, Baars HP. 1988b. De verspreiding van verkeersemisies: Het effect van recirculatie nabij gebouwen en de invloed van bomen. TNO rapport R88/447.

Korver W., Jägers E., Jagersma M. en Wilmot M.J.. Saneringstool versie 2.1: mogelijkheden om met regionaal generieke en locatiespecifieke beleidsmaatregelen de NO2 en PM10 normoverschrijdingen op te lossen. 2007.

Vissenberg HA, en Velze K van. 1998. Handleiding CAR-AMvB programma (versie 2.0). RIVM rapport 722101035.

Wesseling JP, Sauter FJ (2007) Kalibratie van het programma CAR II aan de hand van metingen van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit van het RIVM, RIVM rapport 680705004

Bijlage A Betrokkenen bij de discussies

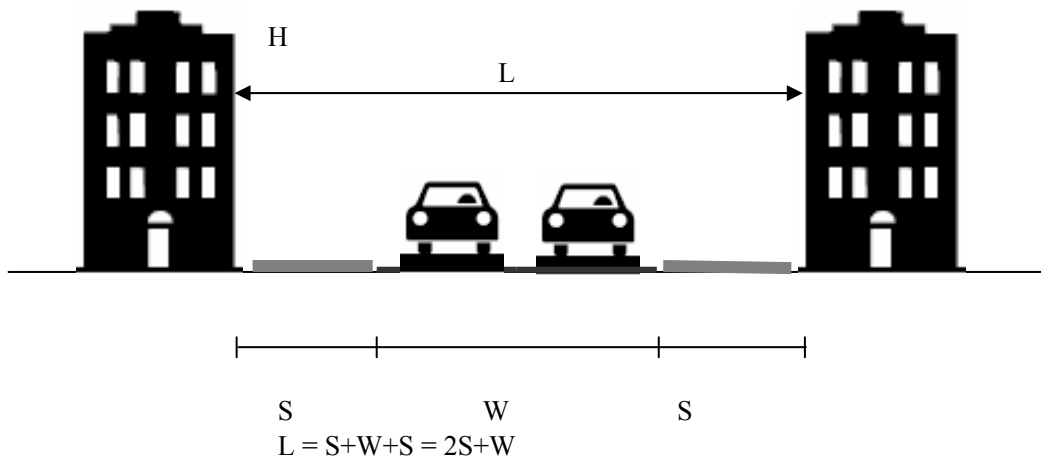
Karel van Velze	MNP
Ernst Meijer	TNO
Peter Zandveld	TNO
Lisette Klok	TNO
Peter Segaar	Gemeente Utrecht
Mark Wilmot	Goudappel-Coffeng
Joost de Bruijn	Goudappel-Coffeng
Ruben Beijk	RIVM
Joost Wesseling	RIVM

Bijlage B Analyse van opties

1. Situatie

Gegeven een weg met emissie Q en totale breedte W (van alle rijbanen tezamen) in een straat met breedte L (gevel tot gevel). Voor een benadering met de weg in het midden is de geometrie dan als volgt:

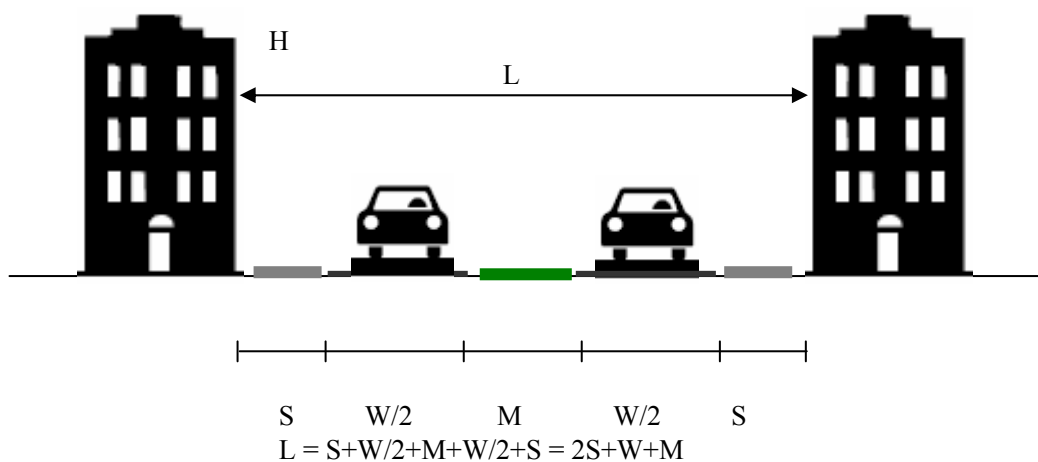
- eerst S meter stoep en/of andere stukken straat die niet als weg worden gerekend;
- vervolgens rijba(a)n(en) 1 met een totale breedte van $W/2$ meter;
- direct aansluitend rijba(a)n(en) 2 met een totale breedte van $W/2$ meter;
- als laatste weer S meter stoep e/o andere stukken straat die niet als weg worden gerekend.



Figuur 3 Geometrie van de weg ingeval van centraal gelegen rijbanen.

Als de wegdelen symmetrisch aan weerszijden van de straat liggen en apart worden behandeld is de geometrie in de straat als volgt:

- eerst S meter stoep en/of andere stukken straat die niet als weg worden gerekend;
- vervolgens rijba(a)n(en) 1 met een totale breedte van $W/2$ meter;
- In het middel een tussenberm en/of andere stukken straat die niet als weg worden gerekend met een breedte van M meter;
- direct aansluitend rijba(a)n(en) 2 met een totale breedte van $W/2$ meter;
- als laatste weer S meter stoep e/o andere stukken straat die niet als weg worden gerekend.



Figuur 4 Geometrie van de weg ingeval van rijbanen die niet centraal liggen.

2. Klassieke benadering, werk met één lijnbron

In deze benadering is niet uniek aan te geven wat nu de equivalente toetsafstand is om een situatie met een centraal gelegen rijbaan te vergelijken met een situatie met meerdere rijbanen. In de feitelijke situatie ligt de gevel vaak dichterbij de wegrand dan 10 meter, bijvoorbeeld op 4 meter, maar heeft de naastliggende weg maar de helft van de intensiteit. Met de weg in het midden van de straat is er ruimte om op 10 meter naast weg te toetsen waardoor de concentratiebijdrage lager is. Omdat de gehele intensiteit in het midden ligt komt de concentratiebijdrage weer iets hoger uit. De meest conservatieve aanpak is om met alle weggedelen naast elkaar in het midden van de straat op de afstand van de oorspronkelijke situatie naast de wegrand te toetsen. De concentratiebijdrage is in dat geval vermoedelijk iets hoger dan in de feitelijke situatie.

Wegens de onmogelijkheid om in dit geval eenduidig een equivalente toetsafstand te definiëren wordt deze optie niet verder uitgewerkt.

3a. Optie 2, Optellen van de emissies van de twee rijbanen

Er kan ook voor worden gekozen om – los van de definitie van de toetsafstand en eventuele equivalentie – bij de bijdrage van de dichtstbijzijnde rijbaan de bijdrage van de tweede rijbaan, die A meter verder ligt, op te tellen. Deze benadering heeft als groot voordeel dat niet hoeft te worden nagedacht over equivalente toetsafstanden. Immers, alle rijbanen worden expliciet in rekening gebracht.

De bijdragen van de twee wegdelen, één op afstand X1 en één op afstand X2, kunnen simpel worden uitgerekend en gesommeerd:

$$C = 0.62 (E/2) F_m f(X1) + 0.62 (E/2) F_m f(X2)$$

Hierbij is het uiteraard noodzakelijk om de afstanden van het toetspunt tot de beide wegdelen te kennen. In de eerste discussies werd er van uitgegaan dat dit niet altijd het geval is, bijvoorbeeld omdat in GIS de beide wegdelen door verschillende lijnen worden aangegeven waarvan de onderlinge ligging niet altijd evident is. In dat geval kan, onder speciale omstandigheden, worden gerekend zonder expliciet kennis te hebben van de ligging van het tweede wegdeel. In veel gevallen liggen twee gescheiden wegdelen in goede benadering symmetrisch ten opzichte van de as van de straat. Evenzo zijn de verkeersstromen over de beide wegdelen vaak grofweg gelijk. In die gevallen is het mogelijk om, onder de aanname van symmetrie, de positie van het tweede wegdeel af te leiden uit de bekende positie van de receptor tot het eerste wegdeel en de bekende breedte van de straat. De bijdrage van het tweede wegdeel kan dan worden geschreven als een opslagfactor op de bijdrage van het eerste wegdeel.

Voor de analyse wordt aangenomen dat de wegdelen symmetrisch aan weerszijden van de straat liggen. De as van de eerste rijbaan ligt (aanname) op $X1 = \text{MIN}(S, 10) + W/4$ meter van het toetspunt en de as van de tweede rijbaan ligt op een afstand van $X1 + L - W/2 - S$ van het toetspunt. De afstand tussen de assen van de beide rijbanen is gelijk aan:

$$A = L - W/2 - 2 S.$$

De gesommeerde inerte concentratiebijdrage op een toetsafstand van X1 wordt dan gegeven door een product van emissie, meteorologische factor (F_m) en verdunningsfunctie $f(x)$, met x de afstand van het toetspunt tot de as van de weg:

$$C = 0.62 (E/2) F_m f(X1) + 0.62 (E/2) F_m f(X1+A)$$

oftewel:

$$C = 0.62 \frac{1}{2} E F_m f(X1) (1.0 + f(X1+A) / f(X1))$$

In deze benadering kan een ‘opslagfactor’ (q), die aangeeft hoe de bijdrage van de beide rijbanen verschilt van die van enkel de dichtstbijzijnde, worden gedefinieerd, gegeven door:

$$q = 1 + f(X1+A) / f(X1)$$

Er kan in principe voor worden gekozen om voor het berekenen van $f(X1+A)$ ofwel het reguliere type verdunningsfunctie voor de betreffende straat te kiezen (zoals hierboven is gedaan) ofwel altijd de functie behorende bij straattype 3B te kiezen als een conservatieve benadering.

3b. Optie 3, Utrechtse combinatiebenadering

Deze benadering is een variant van bovenstaande optie 2 waarbij voor de dichtstbijzijnde rijbaan wordt gerekend met het oude straattype 4 (eenzijdige bebouwing) en voor de verst weggelegen rijbaan wordt dan met het oude straattype 2 (algemeen) gerekend. In deze combinatiebenadering voor twee rijbanen in een street canyon wordt één baan op de afstand van

$$X1=W/4+ \text{MIN}(S,10)$$

gelegd, als straattype 4, en wordt de tweede (als het toetspunt aan de gevel ligt) op $X1+A$ gelegd, maar nu als een straattype 2. De inerte concentratiebijdrage wordt dan gegeven door:

$$C = 0.62 (E/2) F_m f_4(X1) + 0.62 (E/2) F_m f_2(X1+A)$$

Uitgedrukt ten opzichte van de naast de gevel gelegen weg kan dit worden geschreven als:

$$C = 0.62 (E/2) F_m f_4(X1) (1 + f_2(X1+A) / f_4(X1))$$

De opslagfactor wordt dan:

$$q = 1 + f_2(X1+A) / f_4(X1).$$

4. Consistentie van benaderingen

Voor consistentie dienen de uitdrukkingen ingeval van twee centraal gelegen wegdelen over te gaan in de standaard uitdrukkingen voor een centraal gelegen weg. Er zijn nu twee situaties denkbaar: de twee wegdelen liggen boven op elkaar in het midden van de straat met de assen in de as van de straat en de twee wegdelen liggen tegen elkaar in het midden van de straat met de beide assen elk net aan weerszijden naast de as van de straat.

4.1 Wegdelen op elkaar

De uitdrukkingen voor de gecombineerde invloed van verschillende wegdelen moeten ingeval van twee op elkaar liggende wegdelen (rijbanen) per definitie overgaan in de uitdrukking voor een enkele centraal gelegen weg. Ingeval de bijdragen van de wegdelen direct worden gesommeerd is dat uiteraard triviaal. Als de concentratiebijdragen van twee rijbanen met behulp van een opslagfactor bij elkaar worden opgeteld is de consistentie echter niet triviaal. De gesommeerde concentratie is gelijk aan

$$C = 0.62 \frac{1}{2} E F_m f(X1) (1.0 + f(X1+A) / f(X1))$$

Met de opslagfactor:

$$q = 1 + f(X1+A) / f(X1)$$

Als de beide wegdelen op elkaar liggen dan is $A=0$ en wordt de opslagfactor automatisch gelijk aan 2, ongeacht het gekozen straattypen, zolang de straattypen waarmee de verdunningen van de beide wegdelen worden uitgerekend maar gelijk zijn. Het is echter duidelijk dat dit niet goed gaat in de Utrechtse combinatiebenadering benadering aangezien hierbij:

$$q = 1 + f_2(X1+A) / f_4(X1)$$

en dus volgt $q = 1 + f_2(X1) / f_4(X1)$ als $A=0$. De beide verdunningsfuncties f_2 en f_4 zijn niet aan elkaar gelijk. Afhankelijk van de waarde van $X1$ varieert q dan tussen 1.58 en 1.88.

4.2 Wegdelen naast elkaar

Als twee wegdelen tegen elkaar aan liggen ontstaat wederom een klassieke situatie met de weg centraal in de straat. Zowel als de bijdragen van de wegdelen direct worden gesommeerd als wanneer de invloed van het tweede wegdeel via een opslagfactor wordt bepaald is het resultaat van twee aaneengesloten wegdelen niet exact gelijk aan het resultaat als met één enkele centrale weg wordt gerekend. In dat geval geldt dat $A=W/2$ en

$$C = 0.62 (E/2) F_m f(X1) + 0.62 (E/2) F_m f(X1+W/2).$$

De vraag is of de berekende concentratie in de situatie met twee naast elkaar gelegen wegdelen gelijk is aan die welke wordt berekend voor de situatie met een enkele centraal gelegen weg met dezelfde breedte. Bovenstaande formule voor de concentratiebijdrage kan worden herschreven als

$$C = 0.62 (E/2) F_m f(X-W/4) + 0.62 (E/2) F_m f(X+W/4)$$

Met X de toetsafstand ten opzichte van de centrale as van de weg. Deze afstand is in dit geval gelijk aan:

$$X=W/2+ \text{MIN} (S,10)$$

De bijdrage kan worden geschreven als:

$$C = 0.62 (E/2) F_m f(X) [(f(X-W/4) + f(X+W/4)) / f(X)]$$

Oftewel, de volgende verhouding kan worden gedefinieerd:

$$\xi = (f(X-W/4) + f(X+W/4)) / f(X)$$

De verhouding ξ geeft aan in welke mate de berekende concentratie ingeval van twee weggedelen, aan weerszijden van de as van de weg, verschilt van de berekende concentratie ingeval van één weg in het midden van de straat.

De verhouding kan worden herschreven als:

$$\xi = 2 [1 + (a (W/4)^2 / f(X))]$$

met a de coëfficiënt voor het kwadraat van de afstand in de verdunningsfunctie¹. Uit deze uitdrukking is duidelijk dat wegens $a>0$ en $W>0$ de waarde van ξ ingeval naast elkaar liggende wegen altijd iets groter is dan 2. Echter, voor weggedelen met een breedte van circa 4 meter is de afwijking ξ op kortere afstand tot de as van de weg kleiner dan 1%. Voor grotere afstanden is ξ binnen 3% gelijk aan 2. Voor weggedelen van circa 8 meter breed is het effect van de niet-lineariteit groter en is de afwijking van ξ in de orde van 2% op kortere afstand tot de as van de weg en 10% op grotere afstanden.

4.3 Gemiddelde wegligging

In verschillende situaties zullen twee niet direct naast elkaar liggende weggedelen (met ieder een breedte W/2) in het verleden zijn gemodelleerd alsof het een enkele weg betrof, op de gemiddelde afstand tot de receptor. In de voorgestelde aanpak met gescheiden weggedelen zullen de concentratiebijdragen van de weggedelen als volgt worden gemodelleerd:

$$C = 0.62 (E/2) F_m (f(X-D) + f(X+D))$$

¹ $f(x) = a x^2 + b x + c$, met x de afstand van het toetspunt tot de as van de weg.

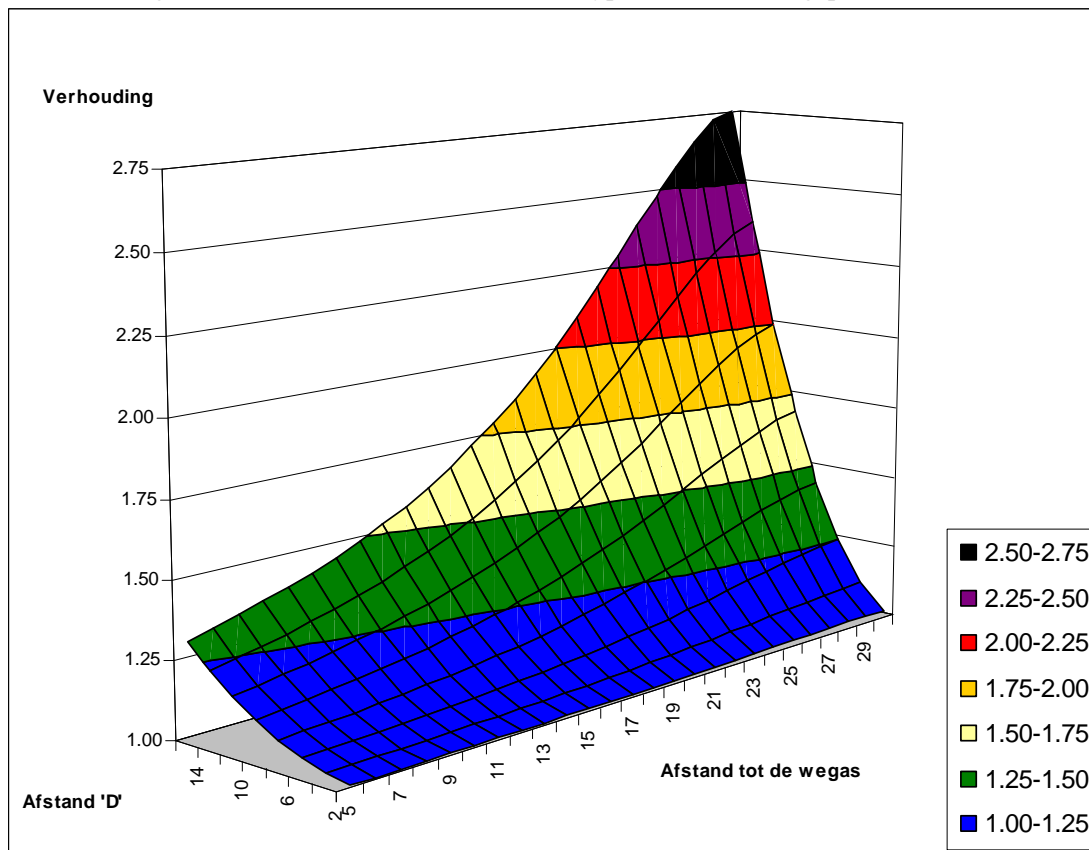
Met D de offset van een wegdeel ten opzichte van het gemiddelde van de beide assen van de wegdelen. De afstand X is de gemiddelde waarde van de twee afstanden tot de assen van de beide wegdelen. Een relevante vraag is nu of het verschil in aanpak, oud versus nieuw, ook tot een (wezenlijk) ander resultaat leidt. De vraag is eigenlijk of, en in welke mate, sprake is van:

$$\left(\frac{1}{2} f(X-D) + \frac{1}{2} f(X+D) \right) \approx f(X) \quad \text{met } X > W/4+D.$$

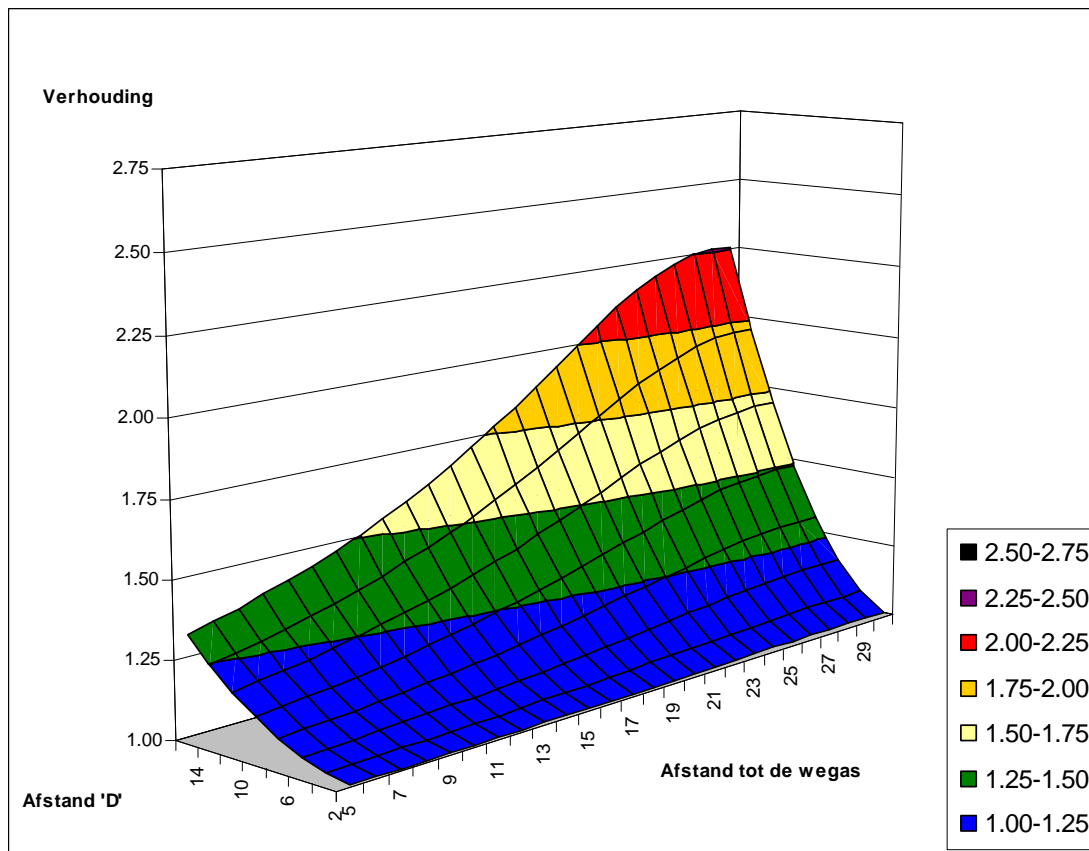
Dit is in essentie dezelfde vraag als eerder in sectie 4.2 is gesteld. Het antwoord op de vraag is dan ook gelijk aan eerder:

$$\frac{1}{2} (f(X-D) + f(X+D)) / f(X) = 1 + (a D^2)/f(X)$$

De verhoudingen worden hieronder voor twee straattypen en afstanden geplot.



Figuur 5 Verhouding tussen de concentraties berekend als twee gescheiden rijbanen en de concentratie berekend als één enkele rijbaan voor straattype 4.



Figuur 6 Verhouding tussen de concentraties berekend als twee gescheiden rijbanen en de concentratie berekend als één enkele rijbaan voor straattype 2.

De figuur voor straattype 3A wordt niet getoond maar lijkt sterk op die van straattype 2. Uit de figuren is duidelijk dat vooral op grotere afstanden van de as van de weg, met grotere tussenafstanden, aanzienlijke verschillen tussen concentraties berekend op basis van één of meerdere rijbanen kunnen optreden.

Met de hier voorgestelde rekenwijze zouden enkele straten in de door het RIVM uitgevoerde herijking van CAR (Wesseling en Sauter, 2007) een circa 10% hogere NO_x bijdrage hebben gehad dan nu het geval was. Voor de uiteindelijke ijking maakt dit niet veel uit.

5. De opslagfactor voor verschillende straattypen

Door de vorm en gekozen parameters van de verdunningsfuncties in CAR geldt in goede benadering dat:

$$f_{3A}(x) \approx 0.65 f_{3B}(x) \text{ en } f_2(x) \approx 0.55 f_{3B}(x) \quad \text{voor } x \text{ tussen } 0 \text{ en } 30 \text{ meter}$$

Hieruit volgt dat

$$f_{3A}(x+A) \approx 0.65 f_{3B}(x+A)$$

en

$$f_2(x+A) \approx 0.55 f_{3B}(x+A).$$

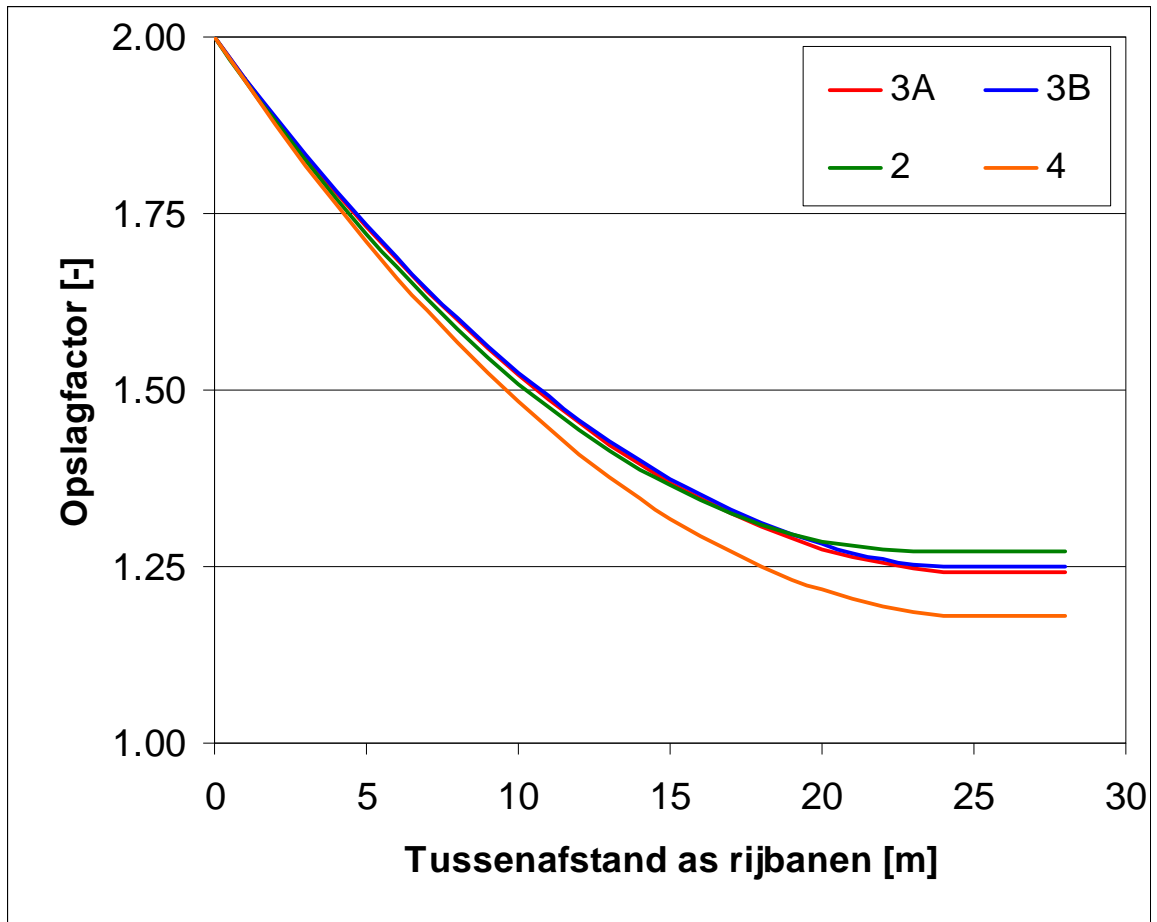
En er geldt dus ook

$$f_{3A}(x+A) / f_{3A}(x) \approx f_{3B}(x+A) / f_{3B}(x)$$

en

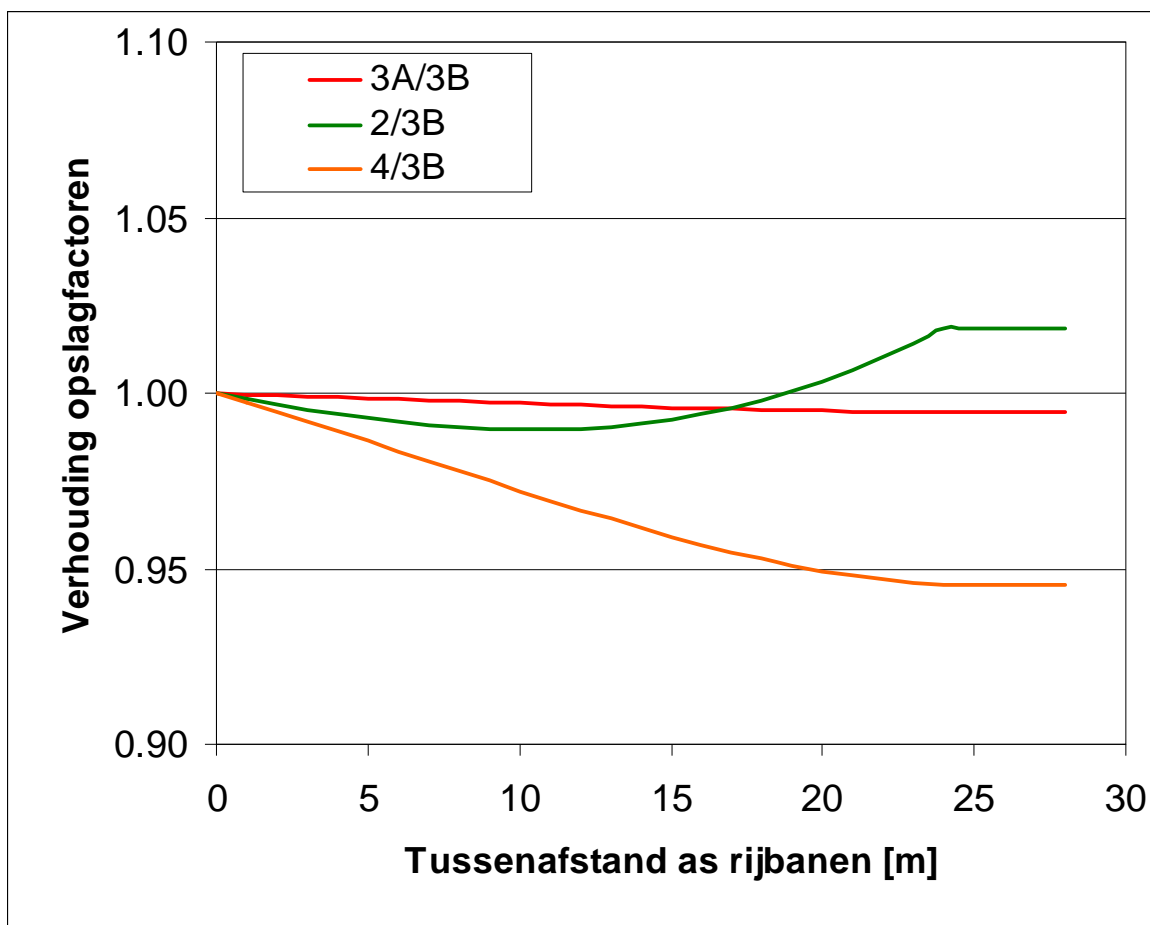
$$f_2(x+A) / f_2(x) \approx f_{3B}(x+A) / f_{3B}(x)$$

Als gevolg van deze verhoudingen is de opslagfactor bij benadering gelijk voor de straattypen 3A, 3B en 2. De verhouding is voor straattype 4 minder constant voor afstanden tussen 0 en 30 meter. De opslagfactoren voor verschillende straattypen zijn hieronder geplot als functie van de tussenafstand van de wegdelen.



Figuur 7 Opslagfactoren voor verschillende wegtypen als functie van de tussenafstand tussen de assen van de rijbanen.

De verhouding tussen de opslagfactoren voor verschillende straattypen is hieronder weergegeven als functie van de tussenafstand van de wegdelen.



Figuur 8 Verhoudingen tussen opslagfactoren voor verschillende wegtypen als functie van de tussenafstand tussen de assen van de rijbanen.

RIVM

Rijksinstituut
voor Volksgezondheid
en Milieu

Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl